



Adaptation de documents multimédia : Approche sémantique de la dimension spatiotemporelle des documents SMIL

Sébastien Laborie

► To cite this version:

Sébastien Laborie. Adaptation de documents multimédia : Approche sémantique de la dimension spatiotemporelle des documents SMIL. Intelligence artificielle [cs.AI]. 2004. hal-01256724

HAL Id: hal-01256724

<https://inria.hal.science/hal-01256724>

Submitted on 15 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mémoire de Master 2 Recherche

Spécialité Intelligence, Interaction, Information

Adaptation de documents multimédia : Approche sémantique de la dimension spatio- temporelle des documents SMIL

LABORIE Sébastien

30 juin 2004

Responsables du projet : Jérôme Euzenat et Nabil Layaïda

Membres du jury : Jean Caelen, Yves Demazeau et Jérôme Euzenat

Examineur : Hervé Martin

Table des matières

Introduction	3
Motivations et Objectifs	3
Plan	4
1 Les documents multimédia	6
1.1 Les dimensions des documents multimédia	6
1.2 Les langages de spécification de documents multimédia	9
1.3 Adaptation de documents multimédia : les outils actuels	14
1.4 Synthèse	18
2 Cadre d'adaptation temporelle d'un document multimédia	19
2.1 Représentation temporelle d'un document multimédia	19
2.2 Principes d'adaptation temporelle d'un document multimédia	21
2.3 Synthèse	24
3 Généralisation de l'adaptation temporelle aux documents SMIL	25
3.1 Adaptation temporelle d'un document SMIL : Stratégie générale	25
3.2 Fonctions de traduction	26
3.3 Conservation de la cohérence entre relations et structure SMIL	28
3.4 Graphes de voisinage temporels	32
3.5 Synthèse	34
4 Principes d'adaptation spatiale d'un document multimédia	35
4.1 Représentation spatiale d'un document multimédia	35
4.2 Adaptation spatiale d'un document multimédia	37
4.3 Généralisation de l'adaptation spatiale aux documents SMIL	39
4.4 Synthèse	43
5 Principes d'adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia	44
5.1 Adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia	44
5.2 Généralisation de l'adaptation spatio-temporelle aux documents SMIL	46
5.3 Synthèse	47
Conclusion	51
Bilan	51
Perspectives	51
Remerciements	52
Bibliographie	53
Annexe	55

Résumé

L'essor du multimédia permet le développement de nombreuses applications mariant les technologies de l'écrit, de l'image et du son. D'autre part, les récentes avancées technologiques permettent aux documents multimédia d'être présent sur de nombreuses plates-formes (téléphones portables, PDA, ordinateurs de bureau ...). Cette diversification des utilisations et des supports a entraîné un besoin d'adaptation des documents à leur contexte d'exécution.

Pour assurer la proximité entre un document adapté et son document source, une approche sémantique a été développée à partir de spécifications qualitatives des documents multimédia. Notre travail consiste à étendre cette approche à un langage exécutable de documents : SMIL.

Un document SMIL ne pouvant être directement adapté avec l'approche proposée, nous introduisons diverses transformations des spécifications de documents en SMIL vers des descriptions qualitatives dont nous montrons qu'elles assurent la propriété de neutralité. De plus, l'approche sémantique ayant été initialement appliquée uniquement à la dimension temporelle, nous l'appliquons par la suite à la dimension spatio-temporelle des documents SMIL. Enfin, nous raffinons les mesures de proximité à l'aide de graphes de voisinage adaptés au type d'objets multimédia manipulés ainsi qu'au type de langage de spécification utilisé.

Introduction

Ce mémoire a été réalisé au sein des équipes EXMO et WAM de l'INRIA Rhône-Alpes (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique). Le projet EXMO développe des outils théoriques pour aider à l'organisation, la manipulation, la composition et la présentation d'éléments de connaissance structurés. Le projet WAM (Web Adaptation Multimédia) aborde trois thèmes de recherche complémentaires : les transformations de documents structurés, les documents multimédia, et l'adaptation dans le Web.

Ce projet d'adaptation de documents multimédia s'inscrit dans le cadre des axes de recherche des deux équipes. Toutefois, de nombreuses disciplines informatiques s'intéressent de plus en plus à ce besoin d'adaptation tel que l'interaction homme-machine [Mori *et al.*, 2003], les systèmes d'informations [Villanova-Oliver, 2002], l'imagerie ...

Motivations et Objectifs

L'essor du multimédia permet le développement de nombreuses applications mariant les technologies de l'écrit, de l'image et du son. D'autre part, les récentes avancées technologiques permettent aux documents multimédia d'être présent sur de nombreuses plates-formes (téléphones portables, Personal Digital Assistant, ordinateurs de bureau, lecteurs de salon ...).

Cette diversification d'utilisations et des supports a entraîné un besoin d'adaptation. Ce besoin récent ne dispose actuellement que de peu d'outils.

Aujourd'hui, adapter un document multimédia c'est spécifier directement les différentes organisations du document en fonction des possibilités des différentes plates-formes. Cette tâche devient vite fastidieuse car elle implique un travail supplémentaire à l'auteur qui doit spécifier a priori ou a posteriori des conditions sur l'exécution de certains éléments de son document. Elle peut être aussi assez périlleuse car l'auteur doit prévoir tous les cas d'adaptation à l'avance.

On s'intéresse dans notre étude à l'adaptation dynamique de documents multimédia c'est-à-dire à la transformation du document en fonction du contexte au moment de son utilisation. Adapter dynamiquement un document multimédia dispensera ainsi l'auteur de concevoir une présentation en fonction du type de plate-forme cible et simplifiera la description du document multimédia.

Notre approche est à la fois dirigée par le contexte et par les données. Nous étudions les mécanismes d'adaptation en fonction du langage de représentation des documents et des contraintes posées pour l'adaptation. Nous adoptons pour cela l'approche sémantique développée dans [Euzenat *et al.*, 2003]. Cette approche convenant à l'adaptation de documents multimédia permet notamment de s'assurer des propriétés de proximité entre document source et document adapté. Notre travail consiste à étendre cette approche à un langage exécutable de documents : SMIL. Toutefois, un document SMIL ne pouvant être directement adapté avec l'approche proposée, nous introduisons diverses transfor-

mations des spécifications de documents en SMIL vers des descriptions relationnelles employées dans cette approche. De plus, l'approche sémantique ayant été initialement appliquée uniquement à la dimension temporelle, nous l'appliquons par la suite à la dimension spatio-temporelle des documents SMIL. Enfin, nous raffinons les mesures de proximité à l'aide de graphes de voisinage adaptés au type d'objets multimédia manipulés ainsi qu'au type de langage de spécification utilisé.

Plan

Ce mémoire est organisé en deux parties :

- Les deux premiers chapitres fixent le contexte de notre travail. Dans un premier temps, il sera nécessaire de caractériser le document multimédia. Ensuite, nous ferons une analyse des applications et langages permettant leur spécification ainsi que leur adaptation. Enfin, nous présenterons une approche sémantique définie dans [Euzenat *et al.*, 2003] convenant à l'adaptation de documents multimédia. Celle-ci sera présentée à un niveau temporel.
- Les chapitres suivants fournissent les principes nécessaires à l'adaptation temporelle de documents multimédia tel que SMIL, et utilisent les méthodes énoncées précédemment pour adapter des documents multimédia dans leur dimension spatiale et spatio-temporelle.

Nous détaillons ci-après le contenu de chacun de ces chapitres.

Chapitre 1 : Les documents multimédia

Nous analyserons la notion d'objet et de document multimédia. Cette analyse nous permettra de distinguer plusieurs types d'objets multimédia et plusieurs dimensions du document multimédia. Adapter un document multimédia nécessitera son adaptation dans chacune de ses dimensions. Ensuite, nous présenterons un système ainsi qu'un langage permettant l'édition de documents multimédia interactifs : MADEUS et SMIL. L'intérêt de présenter ces outils d'édition réside dans le fait que chacun d'entre eux possède sa propre description du document multimédia. Enfin, nous présenterons les outils et langages actuels utilisés pour adapter un document multimédia. Nous montrerons que ceux-ci sont relativement limités. Ceci nous permettra d'une part de justifier l'utilité de notre travail et d'autre part de mettre en évidence le fait qu'il est nécessaire de représenter qualitativement le document multimédia.

Chapitre 2 : Cadre d'adaptation temporelle d'un document multimédia

Nous introduirons divers outils nécessaires à l'adaptation temporelle de documents multimédia. Dans un premier temps, nous donnerons plusieurs formalismes qualitatifs pour spécifier des documents multimédia dans leur dimension temporelle. Cette représentation qualitative sera par la suite manipulée dans le but de l'adapter. Pour cela, nous expliciterons les principes d'adaptation de documents multimédia en présentant les travaux réalisés dans [Euzenat *et al.*, 2003]. Ceux-ci seront appliqués à la dimension temporelle. Une spécification possible d'un document multimédia ainsi qu'un raisonnement pour l'adapter et choisir la solution la plus proche possible du document initial seront développés.

Chapitre 3 : Généralisation de l'adaptation temporelle aux documents SMIL

Nous utiliserons les principes du chapitre précédent pour adapter des documents SMIL dans leur dimension temporelle. Pour cela, nous proposerons une stratégie permettant l'utilisation des précédents travaux par transformations des documents SMIL vers un formalisme qualitatif. Ces transforma-

tions étant non-injectives, il sera nécessaire d'introduire une structure SMIL permettant de respecter la propriété de neutralité lorsque le document ne nécessite pas d'adaptation. Nous montrerons aussi que l'étape d'adaptation peut mener vers des incohérences entre structures SMIL et descriptions qualitatives qu'il est nécessaire de corriger de façon minimale pour rester le plus proche possible du document initial. Enfin, nous élargirons les principes définis dans [Euzenat *et al.*, 2003] en montrant que le choix d'un modèle adapté peut-être affiné en fonction du type d'objets multimédia manipulés ainsi que du type de langage de spécification utilisé.

Chapitre 4 : Principes d'adaptation spatiale d'un document multimédia

Nous utiliserons les méthodes définies dans le chapitre 2 et nous les appliquerons à la dimension spatiale du document multimédia. Ceci sera notamment réalisé par l'introduction de formalismes qualitatifs spatiaux. Puis, nous utiliserons la stratégie développée dans le chapitre 3 pour adapter des documents SMIL dans leur dimension spatiale. Enfin, nous mettrons en évidence que l'adaptation spatiale d'un document multimédia prend du sens lorsque celle-ci est liée à sa dimension temporelle.

Chapitre 5 : Principes d'adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia

Nous utiliserons les principes des chapitres précédents pour adapter des documents multimédia SMIL dans leur dimension spatio-temporelle. Avant tout, nous présenterons une stratégie permettant l'articulation de ces deux dimensions tout en utilisant les méthodes définies dans les chapitres précédents. Pour respecter la propriété de proximité entre document source et document adapté nous montrerons que cette stratégie peut évoluer vers celle présentée dans le chapitre 3 ceci en introduisant une approche sémantique d'adaptation spatio-temporelle.

Ce mémoire sera illustré par un exemple de présentation multimédia pour faciliter la compréhension des différents principes et résultats présentés dans chacun des chapitres. Les éléments cités ainsi que des documents SMIL auxquels nous avons appliqué ces techniques manuellement sont disponibles à l'URL : <http://labories.free.fr/DEA/stageDEA.htm>.

Chapitre 1

Les documents multimédia

Afin de considérer leur adaptation, il est important dans un premier temps d'analyser quelles sont les caractéristiques des documents multimédia. Ceci conduira à analyser le document multimédia suivant plusieurs dimensions (§ 1.1). Dans un deuxième temps, nous présenterons un système (MADEUS) ainsi qu'un langage (SMIL) d'édition permettant la réalisation de documents multimédia interactifs (§ 1.2). Enfin, nous présenterons les outils actuels permettant d'adapter un document multimédia (§ 1.3).

1.1 Les dimensions des documents multimédia

Un document multimédia est composé d'objets de différents types : texte, son, image, vidéo ... Ces objets sont nommés **objets multimédia**. Lors de l'élaboration d'une **présentation multimédia**, le modèle du document doit permettre la représentation de toutes les relations qui peuvent exister entre les objets multimédia.

Ces **relations multimédia** peuvent porter sur la description de l'organisation logique du document, la présentation spatiale des différents objets multimédia, leurs synchronisations temporelles ainsi que l'interconnexion entre ses différents éléments (hypermédia).

Il est donc possible d'analyser un document multimédia suivant 4 dimensions [Roisin, 1998] :

- **temporelle** (§ 1.1.1) : organisation temporelle des objets multimédia.
- **spatiale** (§ 1.1.2) : disposition graphique des objets multimédia.
- **logique** (§ 1.1.3) : structure du document en chapitre ...
- **hypermédia** (§ 1.1.4) : relations entre documents ou objets multimédia.

Chacune des parties suivantes va détailler chacune des dimensions du document multimédia.

1.1.1 Dimension temporelle

La caractéristique majeure d'un document multimédia est sa dimension temporelle. En effet, quelle que soit leur granularité, les objets multimédia sont reliés temporellement entre eux. Ceci définit un ordre global de présentation. Cet ordre peut être modélisé grâce à un **scénario temporel**. Un tel scénario est présenté dans la figure 1.1 sous forme de *timeline*.

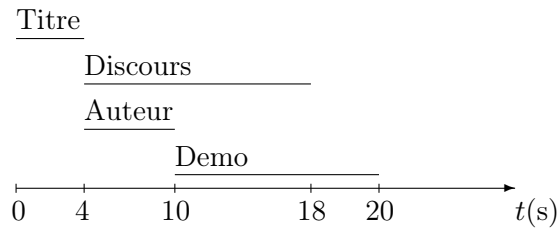


FIG. 1.1 – *Dimension temporelle d'un document multimédia*

Dans cet exemple, on remarque quatre objets multimédia : le Titre, le Discours, l'Auteur et la Demo. L'organisation dans le temps de ces éléments est la suivante : l'objet Titre est joué de 0 à 4 secondes, l'objet Discours est joué de 4 à 18 secondes, l'objet Auteur est joué de 4 à 10 secondes, enfin l'objet Demo est joué de 10 à 20 secondes.

Trois types d'objets multimédia peuvent néanmoins se distinguer :

- **Objets élastiques.** Ce sont des objets multimédia dont la présentation ne dépend pas du temps, comme par exemple du texte ou des images fixes. On peut leur attribuer une durée de présentation explicite ou implicite selon le contexte d'un scénario donné.
- **Objets rigides.** Ils correspondent à des objets multimédia dont la présentation dépend du temps et dont la valeur de durée est connue *a priori*. Ce sont par exemple des vidéos ou bien des flux sonores.
- **Objets à durée non-déterminée.** Ce type d'objets se distingue par le fait qu'ils n'ont pas de durée connue *a priori*. Ce sont par exemple des flots audios ou vidéos continus auxquels on accède à travers le réseau.

1.1.2 Dimension spatiale

La dimension spatiale d'un document multimédia permet à certains objets multimédia comme du texte, des vidéos ou des images de disposer d'un espace géométrique sur l'écran délimité par une certaine zone. La figure 1.2 présente la structure spatiale d'une présentation multimédia comportant trois objets visibles.

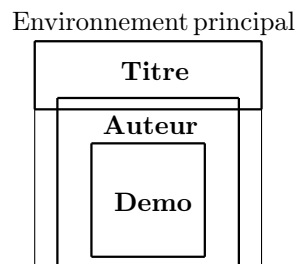


FIG. 1.2 – *Dimension spatiale d'un document multimédia*

Cet exemple comporte un environnement principal contenant des objets multimédia (Titre, Auteur et Demo). Les zones d'affichage des objets multimédia peuvent être de formes quelconques. Dans notre exemple nous avons choisi des formes rectangulaires comme dans le langage SMIL (§ 1.2.2).

1.1.3 Dimension logique

Dans un document multimédia, il est possible de distinguer des parties du document qui sont sémantiquement liées et qui peuvent être regroupées par le biais de relation logique. Regrouper les éléments sous une même entité revient à définir une structure logique du document c'est-à-dire une structure hiérarchique des éléments multimédia. La figure 1.3 présente une structure logique d'un document multimédia.

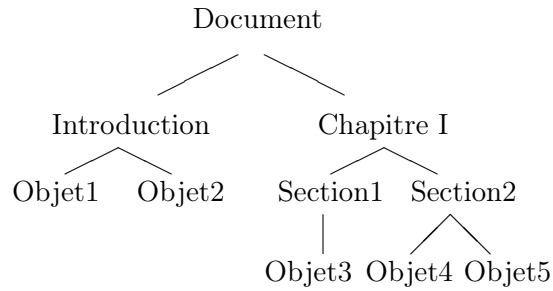


FIG. 1.3 – *Dimension logique d'un document multimédia*

La racine de la structure logique représente l'ensemble du document multimédia. Ce document peut se décomposer en plusieurs parties (Introduction, Chapitre ...) et sous-parties (Section ...). Chaque partie ou sous-partie peut contenir un nombre fini d'objets multimédia.

1.1.4 Dimension hypermédia

La dimension hypermédia d'un document permet de décrire des liens qui peuvent exister entre certains éléments, voire même entre différents documents. Ces liens dits hypermédia permettent de définir des relations de type sémantique entre des documents ou entre des parties de documents, comme les renvois ou les références. Définir plusieurs liens, c'est définir un réseau de documents qui constitue ainsi un support pour la navigation dans un grand espace d'informations à la manière du World Wild Web. La figure 1.4 présente un exemple de liens hypermédia entre objets et documents multimédia.

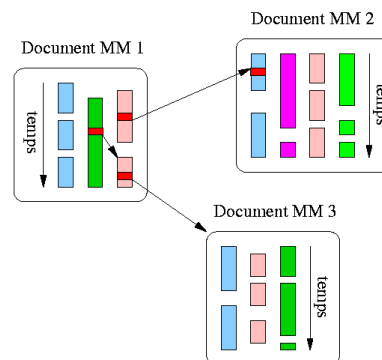


FIG. 1.4 – *Dimension hypermédia d'un document multimédia*

Dans cet exemple, le Document MM 1 comporte un lien entre deux objets multimédia (lien hypermédia entre objets). Un objet multimédia du Document MM 1 pointe sur un objet multimédia du Document MM 2 (lien hypermédia entre documents multimédia).

1.2 Les langages de spécification de documents multimédia

De nombreux systèmes et langages d'édition de présentation multimédia existent. Dans ce qui suit, nous allons présenter le système MADEUS (§ 1.2.1) ainsi que le langage SMIL (§ 1.2.2) qui permettent l'édition de documents multimédia interactifs.

1.2.1 le système MADEUS

MADEUS [Layaïda, 1997] est un système d'édition et de présentation de documents multimédia. Il a été développé au sein du projet Opéra de l'INRIA Rhône-Alpes. Ce système met en œuvre, dans un environnement interactif (figure 1.5), un modèle temporel fondé sur les contraintes.

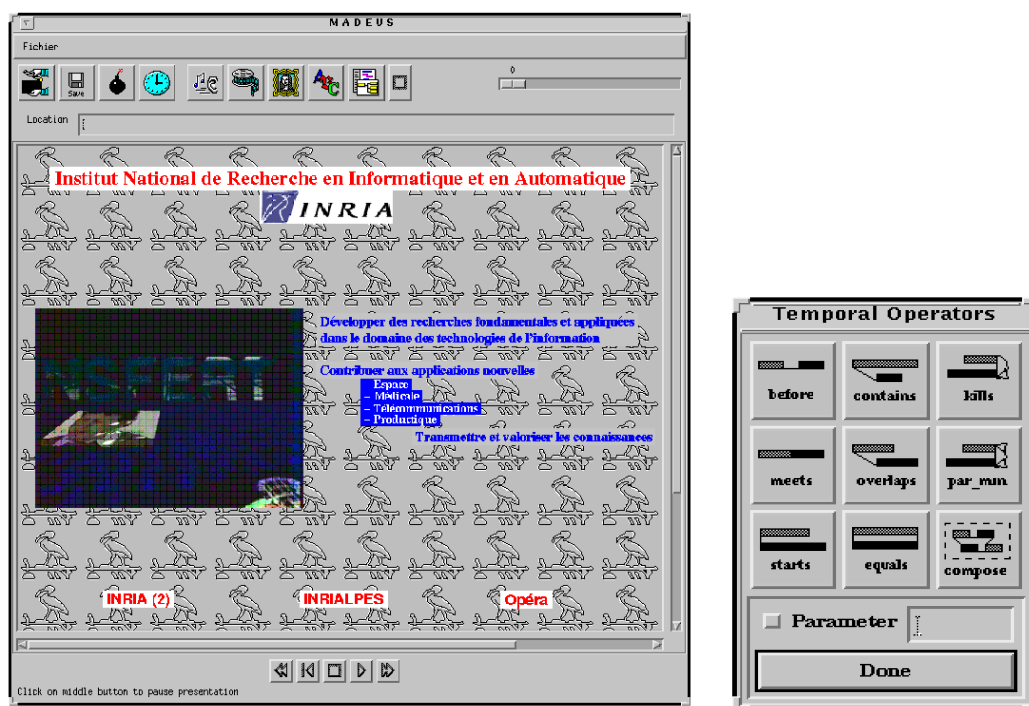


FIG. 1.5 – Environnement interactif du système MADEUS

Lors d'une session MADEUS, l'auteur identifie à l'aide de l'environnement interactif les objets multimédia qui vont être présents dans son document. A l'aide de palettes d'opérateurs, il peut spécifier des relations temporelles ou spatiales entre ces objets. Le système, quant à lui, gère à chaque ajout d'opération la cohérence du document multimédia (scénario temporel, disposition spatiale). Par ailleurs, l'auteur peut jouer son document à chaque étape de sa réalisation pour vérifier la bonne synchronisation des différents objets multimédia. Dans ce qui suit nous allons présenter la structure d'un document du système MADEUS.

Structure d'un document MADEUS

Le système MADEUS utilise son propre langage pour organiser les différents objets multimédia du document. Ce langage est décrit à l'aide d'une DTD (Document Type Definition) XML. Prenons un exemple pour illustrer la structure d'un document MADEUS. Pour cela nous allons choisir le scénario temporel de la figure 1.1 qui illustre une présentation multimédia d'une équipe de recherche. La figure 1.6 présente la structure du document MADEUS correspondant à cette présentation.

```

<Doc Nom="Presentation Equipe de Recherche">
  <Princ>
    <Comp Nom="Presentation" Rel-Temp="Titre Meets Contenu" Rel-Spat="...">
      <Image Nom="Titre" Contenu="Titre.jpg" Durée="..." />
      <Comp Nom="Contenu" Rel-Temp="Discours Starts Videos" Rel-Spat="...">
        <Son Nom="Discours" Contenu="Discours.au" Durée="..." />
        <Comp Nom="Videos" Rel-Temp="Auteur Meets Demo" Rel-Spat="...">
          <Video Nom="Auteur" Contenu="Auteur.avi" Durée="..." />
          <Video Nom="Demo" Contenu="Demo.avi" Durée="..." />
        </Comp>
      </Comp>
    </Comp>
  </Princ>
</Doc>

```

FIG. 1.6 – *Structure d'un document MADEUS*

On remarque deux types de balises :

- **Les objets multimédia.** Il s'agit par exemple des objets Titre, Discours, Auteur et Demo qui sont respectivement de type Image, Son et Vidéo.
- **Les objets composites.** Ce type d'objets permet de définir des relations temporelles (**Rel-Temp**) et spatiales (**Rel-Spat**). Dans notre exemple (figure 1.6), il est spécifié que l'objet Auteur est suivi de l'objet Demo (grâce à la relation **Meets**).

Une autre structure du document MADEUS peut aussi être utilisée en déclarant tous les objets multimédia présents dans la présentation puis en identifiant les relations existantes entre ces différents objets. La figure 1.7 présente cette deuxième structure.

```

<Madeus>
  <Image Nom="Titre" Contenu="Titre.jpg" Durée="..." />
  <Son Nom="Discours" Contenu="Discours.au" Durée="..." />
  <Video Nom="Auteur" Contenu="Auteur.avi" Durée="..." />
  <Video Nom="Demo" Contenu="Demo.avi" Durée="..." />
  <relations>
    <temporal>
      <meets Interval1="Titre" Interval2="Discours" />
      <starts Interval1="Discours" Interval2="Auteur" />
      <meets Interval1="Auteur" Interval2="Demo" />
    </temporal>
  </relations>
</Madeus>

```

FIG. 1.7 – *Autre structure d'un document MADEUS*

1.2.2 le langage SMIL

Le langage SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) [W3C, 2001b] est un langage du W3C (World Wide Web Consortium) qui permet de décrire sous forme textuelle une présentation multimédia interactive. Il est supporté par de nombreuses applications telles qu'Internet Explorer, RealPlayer, QuickTime ... Il s'agit d'un langage déclaratif utilisant la syntaxe XML. De plus, c'est un langage d'intégration qui permet uniquement de décrire les diverses structures du document. Dans ce qui suit nous allons présenter la structure d'un document SMIL.

Structure d'un document SMIL

Un document SMIL est composé de deux parties essentielles :

- Un **entête** qui définit différents paramètres de la fenêtre de présentation.
- Un **corps** qui définit la synchronisation des différents objets multimédia de la présentation.

Un document SMIL utilisé comme exemple est donné dans l'Annexe A. Son exécution est présentée dans les pages 49 et 50. La figure 1.8 nous décrit son squelette.

```
<smil>
  <head>
    ..... Entête SMIL
  </head>
  <body>
    ..... Corps SMIL
  </body>
</smil>
```

FIG. 1.8 – *Squelette d'un document SMIL*

L'entête

L'entête d'un document SMIL permet de définir les différents paramètres de la fenêtre de présentation. Pour visualiser les objets multimédia, on doit définir un **environnement principal** (**root-layout**). Cet environnement principal peut contenir d'autres environnements que l'on appelle des **régions**. Les régions permettent de disposer plus aisément les différents objets multimédia. On définit chaque région par sa hauteur, sa largeur, sa distance par rapport au haut et côté gauche de l'environnement principal, et sa profondeur. En effet, plusieurs régions peuvent se chevaucher. La figure 1.9 nous propose un exemple de code d'un entête SMIL correspondant à la figure 1.2.

```
<root-layout height="500" width="500" title="Presentation Multimédia" />
<region id="Titre" height="175" width="500" top="0" left="0" z-index="1" />
<region id="Auteur" height="375" width="400" top="125" left="50" z-index="1">
  <region id="Demo" height="275" width="300" top="75" left="50" z-index="2" />
</region>
```

FIG. 1.9 – *Entête SMIL correspondant à la figure 1.2*

Remarque 1 La région *Demo* étant incluse dans la région *Auteur*, ses distances **top** (côté haut) et **left** (côté gauche) seront relatives à la région *Auteur* et non à l'environnement principal.

Le corps

Le corps contient la spécification des objets multimédia ainsi que leur organisation temporelle. Chaque objet (texte, image, video, son ...) est notamment défini par son URI (Uniform Resource Identifier). Ceux-ci peuvent ensuite être paramétrés en indiquant leur durée, leur intervalle de temps de présentation ...

Exemple 1 La vidéo Demo.avi commencera dans 10 secondes et finira dans 20 secondes dans la région Demo. En SMIL: `<video src="Demo.avi" begin="10s" end="20s" region="Demo" />`. Une autre manière de formuler la requête précédente est la suivante: la vidéo Demo.avi commencera dans 10 secondes et durera 10 secondes dans la région Demo. En SMIL: `<video src="Demo.avi" begin="10s" dur="10s" region="Demo" />`.

Remarque 2 Les attributs `begin` et `end` peuvent faire référence à des valeurs de début et de fin d'autres objets. Par exemple, le début de la vidéo Demo.avi sera égal à la fin de l'objet Auteur. En SMIL: `<video src="Demo.avi" begin="Auteur.end" />`.

Pour organiser temporellement notre présentation, le langage SMIL offre trois possibilités :

1. Présenter certains objets séquentiellement.
2. Présenter plusieurs objets en parallèle.
3. Croiser des présentations d'objets en parallèle avec des présentations d'objets en séquence (et réciproquement).

Dans ce qui suit, nous allons détailler ces divers modes de synchronisation.

L'exécution d'éléments en séquence

Les objets définis dans une balise `seq` sont exécutés séquentiellement. Par exemple, on voudrait afficher l'image 1 pendant 5 secondes et ensuite l'image 2 pendant 3 secondes. En SMIL :

```
<seq>
  
  
</seq>
```

L'exécution d'éléments en parallèle

Les objets définis dans une balise `par` sont exécutés en parallèle. Par exemple, on voudrait afficher l'image 1 pendant 10 secondes et jouer une musique en même temps pendant 10 secondes. En SMIL :

```
<par>
  
  <audio src="musique.au" dur="10s" />
</par>
```

Remarque 3 Si on ne donne pas de durée effective à la musique alors elle sera jouée le temps de son exécution.

L'exécution croisée d'éléments en parallèle et en séquence

La structure du langage SMIL nous permet d'imbriquer une balise `seq` dans une balise `par` (et réciproquement).

Par exemple, on voudrait faire apparaître 3 images, chacune 5 secondes, les unes après les autres sur une musique de fond.

En SMIL :

```
<par>
  <audio src="musique.au" />
  <seq>
    
    
    
  </seq>
</par>
```

Description quantitative et qualitative d'un document multimédia SMIL

Dans un document multimédia, chaque objet multimédia est programmé dans le temps. L'exemple présenté dans la figure 1.1, montre une présentation d'une équipe de recherche. L'objet Titre est joué de 0 à 4 secondes, l'objet Discours de 4 à 18 secondes, l'objet Auteur de 4 à 10 secondes, et l'objet Demo de 10 à 20 secondes. Cette description quantitative du document multimédia décrit précisément le début et la fin de chaque objet multimédia.

En SMIL, il est possible de décrire une telle synchronisation :

```
<par>
  
  <audio src="Discours.au" begin="4s" end="18s" />
  <video src="Auteur.avi" begin="4s" end="10s" />
  <video src="Demo.avi" begin="10s" end="20s" />
</par>
```

Ces informations sont suffisantes pour exécuter le document. Toutefois, une description quantitative, comme le montre l'exemple ci-dessus, correspond à une seule exécution possible. En général, un document multimédia est spécifié qualitativement car il est plus commode à l'auteur de laisser l'interprétation de la spécification à la machine. Ceci lui permet de plus se concentrer sur les parties créatives du document plutôt que de décider la position exacte de chaque objet.

Analysons autrement le document de la figure 1.1. Celui-ci pourrait très bien être interprété de la façon suivante :

- Lorsque l'objet Titre se termine, l'objet Discours commence.
- L'objet Discours commence en même temps que l'objet Auteur.
- Lorsque l'objet Auteur se termine, l'objet Demo commence.

En SMIL, on peut exprimer qualitativement cette description en utilisant les balises temporelles. La figure 1.10 présente une spécification SMIL possible de la figure 1.1.

```

<seq>
  
  <par>
    <audio src="Discours.au" />
    <seq>
      <video src="Auteur.avi" />
      <video src="Demo.avi" />
    </seq>
  </par>
</seq>

```

FIG. 1.10 – *Spécification d'un corps SMIL*

Cette description du document en SMIL montre l'importance du type d'objets multimédia utilisé. Chaque objet multimédia correspondant à la classe des objets rigides, c'est-à-dire des objets ayant une durée connue a priori (dans notre exemple, il s'agit du son au format **au** ou de la vidéo au format **avi**), n'a pas d'attributs de durée spécifiée. Il est supposé ici que la durée d'exécution des objets rigides correspond aux durées spécifiées dans le scénario temporel.

Les objets multimédia correspondant à la classe des objets élastiques (comme par exemple du texte ou des images fixes) ne comportent pas de durée effective. Il est donc nécessaire de spécifier leur durée pour correspondre au scénario temporel (dans notre exemple, la durée de l'image Titre est spécifiée à 4 secondes).

Une fois la description qualitative du document spécifiée, le système de présentation multimédia (RealPlayer, Internet Explorer ...) va générer un scénario qui pourra être exécuté. Cette dernière étape est appelée le **formatage temporel**.

1.3 Adaptation de documents multimédia : les outils actuels

Adapter un document multimédia interactif est nécessaire si celui-ci doit être exécuté sur différentes plates-formes qui comportent des infrastructures techniques différentes comme la taille d'un écran, la bande passante de l'outil de présentation ... Nous allons présenter quelques outils actuels permettant d'adapter un document multimédia. Ceci nous permettra de distinguer deux formes d'adaptation : une *a priori* (§ 1.3.1) et une autre *a posteriori* (§ 1.3.2). Enfin, nous montrerons que des travaux ont déjà été réalisés dans un but identique à notre étude (§ 1.3.3).

1.3.1 Adaptation *a priori* d'un document SMIL

Il est possible d'adapter a priori un document multimédia SMIL. Cette adaptation est donnée par le langage lui-même. SMIL propose un élément ***switch*** dans lequel il est possible de définir un ensemble d'éléments alternatifs, chacun de ces éléments pouvant être choisi.

Dans un *switch*, l'auteur peut insérer des éléments multimédia ou des éléments composites. Une liste d'attributs est proposée par le langage pour tester les propriétés du système. On peut tester par exemple : la bande passante du système de présentation, les préférences concernant le langage de l'utilisateur, la taille de l'écran ... Le système de présentation évalue les éléments contenus dans le *switch* dans l'ordre d'occurrence. Un élément devient acceptable si tout ses attributs sont évalués à vrai.

On désire adapter a priori le document multimédia SMIL de la figure 1.10. Selon les langues indiquées par les préférences de l'utilisateur (**system-language**) ou la bande passante du système de présentation (**system-bitrate**), l'organisation temporelle des objets multimédia sera modifiée. La figure 1.11 propose un exemple d'utilisation de la balise *switch*.

Plusieurs exécutions de ce document sont possibles en fonction du contexte d'utilisation :

- Si l'utilisateur a spécifié une préférence pour la langue française alors l'objet Discours sera joué. Dans le cas contraire, aucune bande son ne sera présentée.
- Si la bande passante du système de présentation est réglée à 112 Kbytes alors les deux vidéos Auteur et Demo seront jouées séquentiellement.
- Si la bande passante du système de présentation est réglée à 56 Kbytes alors seul la vidéo Demo sera jouée.

Remarque 4 *L'objet Titre sera toujours présenté quel que soit le type de plate-forme.*

```
<seq>
  
  <par>
    <switch>
      <audio system-language="fr" src="Discours.au" />
      <switch>
        <seq system-bitrate="115200">
          <video src="Auteur.avi" />
          <video src="Demo.avi" />
        </seq>
        <video system-bitrate="57344" src="Demo.avi" />
      </switch>
    </switch>
  </par>
</seq>
```

FIG. 1.11 – *Adaptation a priori du document SMIL de la figure 1.10*

Il est évident de constater que cette méthode d'adaptation comporte plusieurs défauts. Tout d'abord, l'auteur doit prévoir tous les cas d'adaptation à l'avance et réorganiser son document pour chaque condition exprimée. Ceci est d'une part fastidieux et d'autres part mènera dans une grande majorité des cas à un échec car l'auteur ne peut connaître toutes les contraintes qui seront appliquées à son document et notamment les contraintes qui vont apparaître dans le futur. Ensuite, l'auteur doit utiliser la balise *switch* pour chaque combinaison de conditions ce qui complexifie le document multimédia. Enfin, il est impossible de faire comparer les différentes conditions à la volée.

1.3.2 Adaptation *a posteriori* d'un document SMIL

Le langage XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformation) [W3C, 1999b] proposé par le W3C permet la manipulation de documents XML à l'aide de règles de transformation. Ces règles sont exprimées dans une **feuille de style** (*stylesheet*).

Le but de ce langage est d'offrir aux utilisateurs la possibilité de transformer un document XML en un autre document XML au moyen d'un langage déclaratif. Il est ainsi possible d'adapter a posteriori un document SMIL.

On désire adapter a posteriori le document multimédia de la figure 1.10. Un exemple de feuille de style XSLT est alors appliqué au document SMIL (figure 1.12). Deux parties (**template**) de cette feuille de style sont spécifiées :

1. La première remplace toutes les structures séquentielles (**seq**) par des structures parallèles (**par**).
2. La deuxième conserve les objets multimédia de type vidéo ainsi que leur attribut **src** associé.

```
<xsl:stylesheet>
  <xsl:template match="seq">
    <par>
      <xsl:apply-templates />
    </par>
  </xsl:template>
  <xsl:template match="video">
    <video src="@src" />
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

FIG. 1.12 – *Adaptation a posteriori du document SMIL de la figure 1.10*

Le document SMIL résultant présente seulement les vidéos Auteur et Demo simultanément.

L'avantage des feuilles de style ne nécessite pas de prévoir a priori tous les cas d'adaptation. Néanmoins, cette technique comporte plusieurs défauts. Tout d'abord, les feuilles de style sont figées c'est-à-dire peu adaptées à la situation courante. De plus, les outils d'adaptation sont dans ce cas fortement liés au langage de description de la structure du document. Enfin, la conservation de propriétés du document initial n'est assurée que par l'expertise de l'auteur du programme de transformation.

1.3.3 Adaptation dynamique de documents multimédia interactifs

Adapter dynamiquement une présentation multimédia nécessite la connaissance du **profil** de la plate-forme cible. Les outils CC/PP (Composite Capabilities/Preference Profile) [W3C, 2001a] et RDF (Resource Description Framework) [W3C, 1999a] qui ont été définis par le W3C permettent de décrire les capacités d'un appareil et les préférences de l'utilisateur. Cette description (profil CC/PP) peut s'utiliser pour guider l'adaptation d'un contenu présenté à cet appareil.

Un profil CC/PP contient un certain nombre de nom d'attributs CC/PP et de valeurs associées, lesquels sont utilisés par un serveur afin de déterminer la forme la plus appropriée de la ressource à remettre au client. Le client et le serveur peuvent être deux machines distinctes avec des capacités différentes. La figure 1.13 présente un profil CC/PP correspondant à un PDA. Celui-ci contient une description du matériel, des logiciels ainsi que du type de navigateur utilisé par le client. À partir de ce type de profil CC/PP et de la spécification initiale du document multimédia, un système peut renvoyer une spécification résultante adaptée au profil du client [Lemlouma and Layaïda, 2001]. La transformation syntaxique est pourvue en général par le langage XSLT.

```

[ex:LeProfil]
|
+--ccpp:component--> [ex:MaterielFinal]
|
|               |
|               +--rdf:type-----> [ex:PlateformeMateriel]
|               +--ccpp:defaults--> [ex:MaterielDefault]
|
+--ccpp:component--> [ex:LogicielFinal]
|
|               |
|               +--rdf:type-----> [ex:PlateformeLogiciel]
|               +--ccpp:defaults--> [ex:LogicielDefault]
|
+--ccpp:component--> [ex:NavigateurFinal]
|
|               +--rdf:type-----> [ex:AgentUtilNavigateur]
|               +--ccpp:defaults--> [ex:AgentUtilDefault]


[ex:MaterielDefault]
|
+--rdf:type----> [ex:PlateformeMateriel]
+--ex:displayWidth--> "240"
+--ex:displayHeight--> "320"


[ex:LogicielDefault]
|
+--rdf:type----> [ex:PlateformeLogiciel]
+--ex:name-----> "PocketSMIL"
+--ex:version--> "2.0"


[ex:AgentUtilDefault]
|
+--rdf:type----> [ex:AgentUtilNavigateur]
+--ex:name-----> "Pocket Internet Explorer"
+--ex:version--> "3.0"
+--ex:vendor---> "Microsoft"
+--ex:htmlVersionsSupported--> [ ]
|
|               +--rdf:type---> [rdf:Bag]
|               +--rdf:_1-----> "2.0"
|               +--rdf:_2-----> "1.1"

```

FIG. 1.13 – Profil CC/PP d'un PDA

Des systèmes ont aussi été réalisés pour adapter dynamiquement des documents multimédia. C'est le cas de Cuypers [van Ossenbruggen *et al.*, 2000] et de MM4U (Multimedia for you) [Scherp and Boll, 2004].

Le système Cuypers assimile le processus de génération de présentations multimédia à un système de contraintes fixées par les préférences de l'utilisateur, les capacités techniques du support de restitution ou les conditions du réseau. Un interpréteur est ensuite utilisé pour formater les documents. Dans sa phase finale, le système traduit la présentation adaptée du document multimédia dans le langage SMIL.

Le système MM4U permet la génération dynamique de présentations multimédia personnalisées. Ce système permet aux auteurs d'utiliser différents modules concernant le profil utilisateur, les données multimédia, la composition des objets multimédia ... Ceci permettant à l'auteur de plus se concentrer sur le côté créatif de la présentation multimédia sans se soucier de l'organisation quantitative précise des objets multimédia. La spécification du document multimédia peut ensuite être adaptée en fonction du contexte d'utilisation et être générée sous différents formats tels que SMIL, HTML ...

Ces deux approches ont le défaut de partir du langage propriétaire et non d'un langage standard et exécutable comme SMIL. Il est donc nécessaire que l'utilisateur développe dans ce langage. D'autre part, l'adaptation étant une fonction du langage propriétaire vers le langage exécutable (SMIL), il n'est pas possible d'enchaîner (pipe) deux adaptations (suivant des critères différents par exemple).

Enfin, une norme multimédia élaborée par le MPEG (Moving Picture Expert Group), le MPEG-21 [Bormans and Hill, 2002], a été conçue pour permettre une utilisation transparente et enrichie des ressources multimédia dans une vaste gamme de réseaux et d'appareils exploités par différents groupes. Cette norme permet l'intégration des processus requis pour créer, manipuler, utiliser, gérer et diffuser des fichiers multimédia. Elle comprend des éléments qui appuient l'identification et la description de ressources numériques, le traitement et l'utilisation du contenu, la gestion et la protection de la propriété intellectuelle ...

1.4 Synthèse

Dans un premier temps, nous avons décomposé le document multimédia en quatre dimensions : temporelle, spatiale, logique et événementielle. Nous avons ensuite identifié différents types d'objets multimédia que nous avons pu regrouper dans trois catégories : objets élastiques, objets rigides, objets à durée non-déterminée. Enfin, nous avons présenté un système ainsi qu'un langage d'édition de documents multimédia : MADEUS et SMIL.

Dans un deuxième temps, nous avons exploré plusieurs façons possible d'adapter des documents multimédia. Ceci nous a permis de constater que ces outils comprennent de nombreux défauts : spécification ad hoc des cas d'adaptation, techniques d'adaptation fortement liées au langage de description du document, impossibilité d'enchaîner plusieurs étapes d'adaptations ...

Une piste possible pour l'adaptation serait alors d'utiliser l'approche sémantique de [Euzenat *et al.*, 2003]. Celle-ci permet d'une part d'adapter le document dans chacune de ses dimensions et d'autre part de proposer un document adapté le plus proche possible du document initial tout en manipulant les descriptions qualitatives du document. Cette approche n'étant pas applicable directement sur un langage exécutable tel que SMIL, il sera par la suite nécessaire de définir des transformations du langage exécutable vers ces descriptions qualitatives.

Chapitre 2

Cadre d'adaptation temporelle d'un document multimédia

L'approche sémantique de [Euzenat *et al.*, 2003] pour l'adaptation de documents multimédia est décrite de façon assez générale. Pour présenter cette approche, nous allons nous focaliser sur l'aspect temporel des documents. Pour cela, nous allons proposer plusieurs types de représentations temporelles de documents multimédia (§ 2.1). Puis nous exposerons les différents principes de [Euzenat *et al.*, 2003] appliqués à cette dimension (§ 2.2).

2.1 Représentation temporelle d'un document multimédia

Il existe plusieurs représentations temporelles possibles d'un document multimédia :

- Représentation fondée sur les **intervalles** (§ 2.1.1).
- Représentation fondée sur les **instants** (§ 2.1.2).

Dans ce qui suit nous allons présenter ces deux formalismes de représentation temporelle. Nous montrerons qu'il est aussi possible de passer facilement d'une représentation à une autre (§ 2.1.3).

2.1.1 Algèbre d'intervalles d'Allen

Allen [Allen, 1983] propose un formalisme de représentation temporelle basé sur les intervalles. Sa démarche consiste à détailler la position des éléments les uns par rapport aux autres aux moyens de relations temporelles. Pour cela, il identifie toutes les relations possibles entre deux intervalles de temps. Sept relations sont possibles sur un couple d'intervalle : *before*, *meets*, *during*, *overlaps*, *starts*, *finishes*, *equals*. Ces relations sont associées à leur inverse qui sont respectivement : *after*, *met by*, *contains*, *overlapped by*, *started by*, *finished by*, *equals*. En effet, l'inverse de la relation *equals* est *equals*. Les treize relations d'Allen sont représentées dans la table 2.1.

relation (r) : x r y	x / y	inverse : y r^{-1} x
before (b)	— —	(bi) after
meets (m)	— —	(mi) met by
during (d)	— —	(di) contains
overlaps (o)	— —	(oi) overlapped by
starts (s)	— —	(si) started by
finishes (f)	— —	(fi) finished by
equals (e)	=	(e) equals

TAB. 2.1 – Les 13 relations d'Allen entre deux intervalles de temps

Les éléments de l'algèbre d'intervalles sont tous les 2^{13} sous-ensembles de relations basiques b, m, d, o, s, f, bi, mi, di, oi, si, fi, e. Plusieurs opérateurs peuvent être définis comme l'union, l'intersection, la composition. La composition de deux relations est définie par une table de transitivité qui est présentée dans la table 2.2.

$R_1 \otimes R_2$	b	m	d	o	s	f
b	b	b	b,m,d,o,s	b	b	b,m,d,o,s
m	b	b	d,o,s	b	m	d,o,s
d	b	b	d	b,m,d,o,s	d	d
o	b	b	d,o,s	b,m,o	o	d,o,s
s	b	b	d	b,m,o	s	d
f	b	m	d	d,o,s	d	f
bi	A^{13}	bi,oi,mi,d,f	bi,oi,mi,d,f	bi,oi,mi,d,f	bi,mi,oi,d,f	bi
mi	b,o,m,di,fi	s,si,e	oi,d,f	oi,d,f	oi,d,f	mi
di	b,o,m,di,fi	o,di,fi	o,oi,d,s,f,di,si,fi,e	o,di,fi	o,di,fi	di,si,oi
oi	b,o,m,di,fi	o,di,fi	oi,d,f	o,oi,d,s,f,di,si,fi,e	oi,d,f	oi
si	b,o,m,di,fi	o,di,fi	oi,d,f	o,di,fi	s,si,e	oi
fi	b	m	o,d,s	o	o	f,fi,e

TAB. 2.2 – Loi de composition de l'algèbre d'intervalles

Cette table est entièrement définie dans [Allen, 1983].

2.1.2 Algèbre de points

Vilain et Kautz [Vilain and Kautz, 1986] proposent un modèle basé sur les instants, il s'agit de l'algèbre de points. Avec ce modèle, l'information est exprimée aux moyens de contraintes sur les instants. Trois relations basiques entre un couple d'instant A et B sont possibles : $A < B$, $A = B$, $A > B$.

Les éléments de l'algèbre de points sont tous les 2^3 sous-ensembles de relations basiques $<, =, >$. Ces relations composites sont : \emptyset , $<$, $=$, $>$, \leq , \geq , \neq , $?$ où $e_1 \{\leq\} e_2$, $e_1 \{\geq\} e_2$, $e_1 \{?\} e_2$ sont respectivement équivalentes à $e_1 \{<, =\} e_2$, $e_1 \{>, =\} e_2$, $e_1 \{<, =, >\} e_2$. Plusieurs opérateurs peuvent être définis comme l'union, l'intersection, le complément et la composition. La table 2.3 définit l'opérateur de composition.

\otimes	$<$	$=$	$>$
$<$	$<$	$<$	$?$
$=$	$<$	$=$	$>$
$>$	$?$	$=$	$>$

TAB. 2.3 – Loi de composition de l'algèbre de points

2.1.3 Algèbre d'intervalles vs Algèbre de points

Allen propose d'utiliser une convention arbitraire : un intervalle de temps $<x^-, x^+>$ représente un intervalle fermé au début et ouvert à la fin : $[x^-, x^+]$. Les relations entre intervalles peuvent alors être exprimées en fonction de celles sur les instants.

Propriété 1 Soient deux intervalles \mathcal{A} et \mathcal{B} avec $\mathcal{A} = [a^-, a^+]$ et $\mathcal{B} = [b^-, b^+]$. N'importe quelle

relation entre deux intervalles \mathcal{A} et \mathcal{B} peut être ainsi représentée par quatre relations sur les instants entre leurs extrémités a^- , a^+ , b^- et b^+ .

Exemple 2 La relation \mathcal{A} *overlaps* \mathcal{B} peut être exprimée: $a^- < b^-$, $a^- < b^+$, $a^+ > b^-$, $a^+ < b^+$.

La table 2.4 permet d'effectuer cette correspondance entre algèbre d'intervalles et algèbre de points. De plus, elle met en évidence deux classes de règles: Séquentielle (les objets ne sont pas joués en même temps) et Parallèle (les objets sont joués en même temps à un instant donné).

$\mathcal{A} r \mathcal{B}$	$a^- r_1 b^-$	$a^- r_2 b^+$	$a^+ r_3 b^-$	$a^+ r_4 b^+$	Classe
a before b	<	<	<	<	SEQ
a meets b	<	<	=	<	SEQ
a during b	>	<	>	<	PAR
a overlaps b	<	<	>	<	PAR
a starts b	=	<	>	<	PAR
a finishes b	>	<	>	=	PAR
a after b	>	>	>	>	SEQ
a met by b	>	=	>	>	SEQ
a contains b	<	<	>	>	PAR
a overlapped by b	>	<	>	>	PAR
a started by b	=	<	>	>	PAR
a finished by b	<	<	>	=	PAR
a equals b	=	<	>	=	PAR

TAB. 2.4 – Tableau de traduction

2.2 Principes d'adaptation temporelle d'un document multimédia

L'approche sémantique de [Euzenat *et al.*, 2003] peut convenir à l'adaptation temporelle de documents multimédia. Celle-ci se décompose en trois parties :

1. Présentation d'une spécification temporelle possible du document multimédia (§ 2.2.1).
2. Énoncer plusieurs principes pour adapter cette spécification (§ 2.2.2).
3. Choisir le modèle le plus proche de la spécification initiale (§ 2.2.3).

Nous illustrerons ces différentes parties par la spécification de la figure 1.10.

2.2.1 Sémantique de la spécification temporelle d'un document multimédia

La spécification d'un document multimédia sera basée sur la notion d'intervalles.

Définition 1 (Spécification) Une spécification $s = \langle O, C \rangle$ d'un document multimédia temporel est un ensemble O d'objets multimédia associé à un ensemble C de contraintes entre ces objets. Un ensemble de spécification est noté \mathcal{S} .

Exemple 3 Une spécification possible de la figure 1.10 est :

$$A = \langle \{Titre, Discours, Auteur, Demo\}, \\ \{Titre\{m\}Discours, Discours\{si\}Auteur, Auteur\{m\}Demo, Discours\{o\}Demo\} \rangle$$

Une spécification d'un document multimédia peut aussi être représentée à l'aide d'un graphe de relations [van Beek, 1992] comme le montre la figure 2.1. Ce type de représentation sera utilisé par la suite pour décrire la notion de modèle.

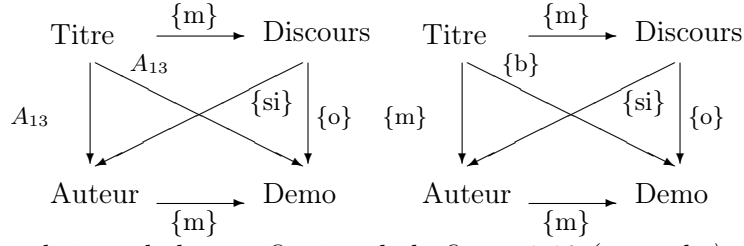


FIG. 2.1 – Graphe de relations de la spécification de la figure 1.10 (à gauche) et graphe de relations résolu correspondant (à droite).

Définition 2 (Graphe de relations) Une spécification $s = \langle O, C \rangle$ peut être représentée à l'aide d'un graphe orienté $g_s = \langle N, E, \lambda \rangle$ avec les éléments de O en bijection avec ceux de N et $\lambda : E \rightarrow 2^{A_{13}}$ une fonction qui à chaque arc associe une relation temporelle telle que si $x \ r \ y \in C$, $\lambda(\langle x, y \rangle) \subseteq r$.

Une spécification d'un document multimédia peut être interprétée comme l'ensemble de ses exécutions potentielles. Un modèle d'un document multimédia est une des exécutions de celui-ci satisfaisant sa spécification.

Définition 3 (Interprétation) Une interprétation d'une spécification est une paire $\langle I, D \rangle$ telle que D est le domaine d'interprétation et I une fonction de O vers D et de C vers $D \times D$. Une contrainte appliquée sur deux éléments du domaine d'interprétation peut être vraie ou fausse.

Dans le but d'interpréter les aspects temporels des documents multimédia, nous considérerons les interprétations telles que les objets O soient interprétés comme des intervalles de nombres positifs et les contraintes comme des relations temporelles sur l'algèbre d'intervalles. Par exemple, l'objet Titre peut être interprété comme l'intervalle $[0 \ 4[$, l'objet Discours $[4 \ 18[$, l'objet Auteur $[4 \ 10[$ et l'objet Demo $[10 \ 20[$. La relation *overlaps* est vraie si son premier argument débute avant le deuxième et s'il termine pendant celui-ci. L'ensemble $\{b, m, o\}$ est vrai si son premier argument débute et se termine avant le deuxième.

Définition 4 (Modèle) Un modèle d'une spécification $\langle O, C \rangle$ est une interprétation $\langle I, D \rangle$ telle que pour chaque $o \ r \ o' \in C$, $\langle I(o), I(o') \rangle \in I(r)$ est vraie. L'ensemble des modèles d'une spécification est noté \mathcal{M}_s .

Exemple 4 L'interprétation présentée ci-dessus est un modèle de A . Ce modèle correspond exactement à l'exécution du document multimédia.

Dans ce qui suit, nous considérerons toujours qu'il existe au moins un modèle d'une spécification.

2.2.2 Sémantique de l'adaptation temporel d'un document multimédia

L'adaptation d'un document multimédia est contraint par le **profil** de la plate-forme cible. Le profil définit plusieurs contraintes qui doivent être satisfaites lors de l'adaptation du document.

Définition 5 (Contrainte d'adaptation) Une contrainte d'adaptation a détermine un ensemble d'exécution potentielle \mathcal{M}_a . L'ensemble des contraintes d'adaptation est noté \mathcal{A} .

Deux contraintes sont appliquées sur le document SMIL de la figure 1.10 :

- $MSO_{Video}(n)$: Au plus n vidéos peuvent être jouées en même temps.
- $MSS_{Stream}(n)$: Au plus n objets "streamable" - audio ou vidéo - peuvent commencer en même temps.

Un profil p est un ensemble de ces contraintes. Dans notre exemple, ce profil est $p = \{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1)\}$. Ceci signifie que les objets Auteur et Demo ne peuvent être joués simultanément, et que Discours, Auteur et Demo ne peuvent commencer en même temps. Ceci définit alors une classe de modèles qualitatifs (ceux qui satisfont les contraintes). Le rôle de l'adaptation est de déterminer s'il existe des modèles de la spécification initiale qui appartiennent à cette classe.

Définition 6 (Classification de l'adaptation) Adapter un document multimédia c'est combiner l'ensemble des modèles respectant la spécification \mathcal{S} (\mathcal{M}_s) avec l'ensemble des exécutions potentielles contraint par le profil p (\mathcal{M}_p). Trois types d'adaptation peuvent être identifiés en fonction de la valeur de $\mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p$:

- **Pas de nécessité d'adaptation** : $\mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p = \mathcal{M}_s$. Tous les modèles de \mathcal{M}_s satisfont les contraintes d'adaptation.
- **Adaptation par raffinement** : $\emptyset \subset \mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p \subset \mathcal{M}_s$. Certains modèles de \mathcal{M}_s satisfont les contraintes d'adaptation.
- **Adaptation par transgression** : $\mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p = \emptyset$. Aucun modèle de \mathcal{M}_s ne satisfait les contraintes d'adaptation.

L'adaptation du document SMIL de la figure 1.10 est transgressive car la contrainte $MSS_{Stream}(1)$ n'est pas valide. En effet, les objets Discours et Auteur commencent en même temps.

2.2.3 Adaptation par transgression

Le but d'une adaptation par transgression est de trouver une spécification $\tau(s)$ la plus proche possible de la spécification initiale s qui respecte les contraintes d'adaptation. Une distance Δ doit ensuite être définie entre deux ensembles de modèles dans le but de trouver celui à sélectionner.

Définition 7 Si $\mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p = \emptyset$ alors $\tau(s) = \mu_{\Delta(\mathcal{M}_{s'}, \mathcal{M}_s)} \{s' \in \mathcal{S}; \mathcal{M}_{s'} \subseteq \mathcal{M}_p\}$

Par exemple, la spécification $s_1 = \langle \{A, B\}, \{A \{o\} B\} \rangle$ et la contrainte de ne pas jouer deux objets simultanément ($MSO(1)$) contraignent l'adaptation à être transgressive. Les treize modèles possibles correspondent aux treize relations d'Allen possibles. Sur ces modèles, seuls ceux construits à partir des relations before ($\{b\}$), meets ($\{m\}$), met by ($\{mi\}$) et after ($\{bi\}$) satisfont la propriété d'adaptation $MSO(1)$. Ces combinaisons sont présentées dans la figure 2.2.

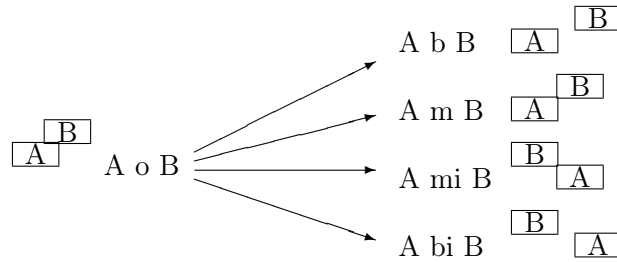


FIG. 2.2 – Les quatres solutions correspondant à la linéarisation de la relation overlaps ($\mathcal{M}_{MSO(1)}$)

Une solution usuelle pour calculer une distance entre différents modèles est fonction d'une distance d entre deux modèles et une méthode d'aggregation F .

Définition 8 (Distance entre ensembles de modèles) $\Delta(\mathcal{M}, \mathcal{M}') = F_{m \in \mathcal{M}, m' \in \mathcal{M}'} d(m, m')$

Définition 9 (Voisinage conceptuel) Une relation de voisinage conceptuel est une relation binaire N_{Γ}^X entre éléments d'un ensemble de relations Γ tel que $N_{\Gamma}^X(r, r')$ est vraie si X est une transformation continue de deux objets x et y telle que $r(x, y)$ peut être transformée en $r'(x, y)$ sans être transformée par une relation intermédiaire.

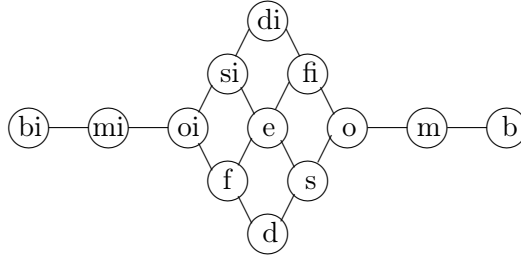


FIG. 2.3 – Graphe de voisinage (N_{13}^A)

Une relation de voisinage conceptuel pour une transformation qui déforme une extrémité d'un intervalle sans affecter ses autres points est donnée par le graphe de la figure 2.3. Une distance entre relations peut être calculée grâce à ce graphe.

Définition 10 (Distance conceptuelle) Une distance conceptuelle δ' entre deux relations est la longueur du plus court chemin entre r et r' dans le graphe N_{Γ}^X .

Une distance entre modèles peut ensuite être exprimée en additionnant les distances conceptuelles entre les différentes relations utilisées dans les deux modèles.

Définition 11 (Distance conceptuelle entre modèles) $d(\lambda, \lambda') = \sum_{n, n' \in N} \delta'(\lambda(\langle n, n' \rangle), \lambda'(\langle n, n' \rangle))$

La figure 2.4 présente deux graphes de relations adaptés à partir de la spécification initiale de la figure 1.10 et du profil $p = \{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1)\}$. Leur distance conceptuelle de la spécification initiale est de 2 pour les deux graphes.

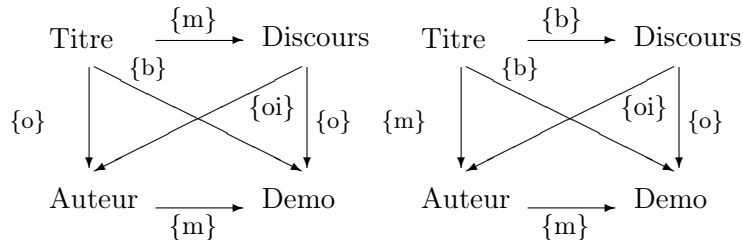


FIG. 2.4 – Graphes de relations adaptés du graphe de la figure 2.1 avec les contraintes $\{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1)\}$.

2.3 Synthèse

L'approche sémantique de [Euzenat *et al.*, 2003] permet de définir un cadre pour l'adaptation que nous allons utiliser. Elle ébauche aussi une méthode pour l'adaptation par transgression dans le cas temporel. Ceci n'est néanmoins pas suffisant pour traiter l'adaptation de documents SMIL. Ceci pour plusieurs raisons : seule l'adaptation temporelle est traitée, sa spécification (Allen) ne correspond pas au langage SMIL, et nous verrons plus tard que la structure de voisinage définissant la distance d peut être spécialisée pour les documents SMIL.

Chapitre 3

Généralisation de l'adaptation temporelle aux documents SMIL

À ce stade de notre étude, nous avons les outils nécessaires pour adapter un document multimédia dans sa dimension temporelle en utilisant des relations de haut niveau comme les relations d'Allen. Nos premiers travaux vont consister à appliquer cette adaptation sur un document qui comporte des relations multimédia de plus bas niveau. Une idée pour adapter ce nouveau type de document serait de généraliser qualitativement le document dans sa dimension temporelle (α), de l'adapter, et de restituer le code SMIL (β) comme le montre la figure 3.1.



FIG. 3.1 – Principe d'adaptation temporelle d'un document SMIL

Les parties suivantes vont détailler ces différentes étapes. Le langage SMIL sera utilisé pour décrire le document multimédia interactif.

3.1 Adaptation temporelle d'un document SMIL : Stratégie générale

Traduire un document SMIL dans le formalisme d'Allen n'est pas une tâche difficile. Cependant, cette traduction est en générale non-injective. Il est donc difficilement possible de restituer le code SMIL en retour. En effet, le résultat risque d'être trop éloigné du code source initial.

Exemple 5 Soient les documents SMIL S_1 et S_2 avec $S_1 = \langle \text{seq} \rangle \langle \text{ObjetA} \rangle \langle \text{ObjetB} \rangle \langle / \text{seq} \rangle$ et $S_2 = \langle \text{par} \rangle \langle \text{ObjetA id="A"} \rangle \langle \text{ObjetB begin="A.end"} \rangle \langle / \text{par} \rangle$.
 $\alpha(S_1) = \alpha(S_2) = A \{ \text{meets} \} B$.

Il est donc nécessaire de conserver plus d'informations sur la spécification initiale du document. Pour cela, nous allons définir une structure d'arbre contenant la structure du code SMIL ainsi que son contenu. Cette structure sera construite à l'aide de la fonction α et utilisée par la fonction β . De plus, il est nécessaire de transformer de façon minimale notre structure d'arbre pour prendre en compte les informations de la phase d'adaptation. Ceci sera effectué par une fonction intermédiaire γ .

Les différentes étapes de notre stratégie seront alors (figure 3.2) :

- Appliquer α sur un document SMIL S : $\alpha(S) = \langle A, T \rangle$.
- Adapter A grâce aux travaux réalisés dans [Euzenat *et al.*, 2003] : $Adapt(A) = A'$.
- S'assurer de la cohérence entre le graphe de relation A' et la structure T : $\gamma(\langle A', T \rangle) = \langle A', T' \rangle$.
- Appliquer β pour restaurer le code SMIL S' : $\beta(\langle A', T' \rangle) = S'$.

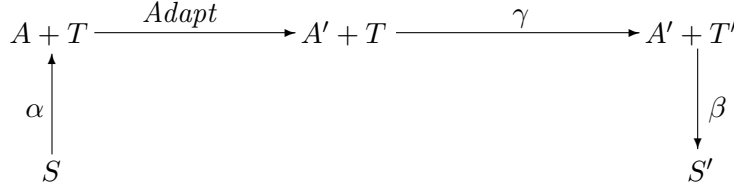


FIG. 3.2 – *Stratégie générale d'adaptation temporelle d'un document SMIL*

Le but de l'adaptation est, comme toujours, de trouver la spécification la plus proche possible du document initial qui satisfait les contraintes d'adaptation. On ne doit alors pas définir une fonction de traduction de SMIL vers le formalisme d'Allen mais plutôt une fonction dont le but est de minimiser la distance δ entre la spécification initiale et le document adapté.

Propriété 2 (Minimalité) *L'adaptation d'un document SMIL est minimale si et seulement si $\forall S \in \mathcal{S}$, $\beta \circ \gamma \circ Adapt \circ \alpha(S)$ est à une distance minimale entre S et tous les documents satisfaisant les contraintes d'adaptation.*

On désire aussi préserver syntaxiquement le document SMIL lorsque celui-ci ne nécessite pas d'adaptation. Ceci pour deux critères : **ergonomique** (pas de raison de déstabiliser l'auteur) et **économique** (pas de raison d'effectuer des modifications si ce n'est pas nécessaire). Ainsi un document initial SMIL qui ne nécessite pas d'adaptation ($M_s \cap M_p = M_s$) devra être identique au document final.

Propriété 3 (Neutralité) $\beta \circ \alpha = \text{Identité}$.

Il est important de noter que ces propriétés sont totalement indépendantes du langage source utilisé. Par conséquent, elles doivent être assurées pour n'importe quel type de langage et non uniquement SMIL.

3.2 Fonctions de traduction

Une première solution consiste à stocker la structure du document SMIL dans le résultat de la fonction α . Cette structure correspond exactement à la structure d'arbre du document qu'il est possible d'extraire comme dans n'importe quel document XML (figure 3.3 à gauche). Les objets multimédia correspondent aux feuilles de cet arbre.

À ce stade, il n'est toujours pas possible de satisfaire la propriété $\beta \circ \alpha = Id$ car l'arbre SMIL ne contient aucune information sur les attributs temporels d'un objet multimédia particulier. La fonction β n'est donc pas en mesure de restituer cette information.

Exemple 6 Soient S et S' deux spécifications SMIL avec :

$S = \langle \text{par} \rangle \langle A \text{ id}="A"/ \rangle \langle B \text{ begin}="A.\text{end}"/ \rangle \langle / \text{par} \rangle$

et $S' = \langle \text{par} \rangle \langle A \text{ end}="B.\text{begin}"/ \rangle \langle B \text{ id}="B"/ \rangle \langle / \text{par} \rangle$,

Si $\alpha(S) = \alpha(S')$, alors $\beta(\alpha(S)) = \beta(\alpha(S'))$.

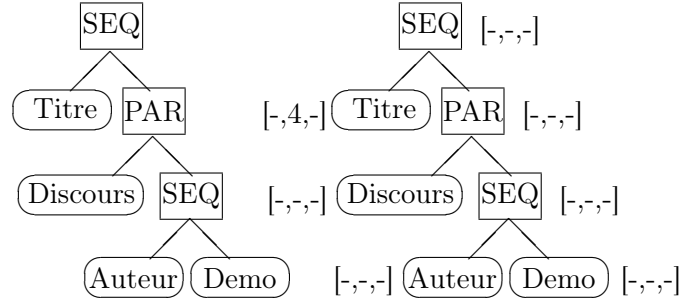


FIG. 3.3 – *Arbre SMIL (à gauche) et structure SMIL (à droite) de la spécification de la figure 1.10*

La structure SMIL T doit alors indiquer quel attribut temporel est utilisé dans le document initial. Pour cela, la structure est augmentée en associant un index temporel à chaque nœud. Ces index sont des triplets $[b,d,e]$ tels que b , d et e correspondent respectivement aux valeurs des attributs temporels **begin**, **dur** et **end**. Lorsqu'une des valeurs n'est pas définie nous la noterons avec un "-". La figure 3.3 (à droite) présente les index de la structure SMIL correspondant au document de la figure 1.10. Nous pouvons enfin définir notre structure SMIL de la façon suivante :

Définition 12 (Structure SMIL) Une structure SMIL $T = \langle E_N, E_O, r, R, \lambda, S \rangle$ avec E_N un ensemble de nœud étiqueté par *PAR* ou *SEQ*, E_O un ensemble de nœud correspondant aux objets multimédia, $r \in E_N$ un nœud racine, $R \subseteq E_N \times (E_N \cup E_O)$ un ensemble d'arc tel que $\langle E_N \cup E_O, R, r \rangle$ forme un arbre, λ une fonction d'étiquetage $(E_N \cup E_O) \rightarrow (\mathbb{N} \cup \{-\})^3$ qui associe à chaque nœud n un index temporel $\lambda(n)$, et $S \subset (E_N \cup E_O)^2$ un ordre total sur les nœuds.

Le but initial de la fonction α est d'extraire les différentes relations entre les objets multimédia et de les stocker dans un graphe de relations sur lequel il sera ensuite possible d'appliquer les principes d'adaptation définis dans le chapitre précédent. Cette extraction du graphe de relations est définie par la procédure suivante :

1. Extraire tous les objets multimédia et en faire un nœud dans le graphe de relations.
2. Ajouter un arc entre chaque paire de nœuds et les étiqueter par A_{13} .
3. Extraire les relations portées par les balises temporelles SMIL :
 - seq** Le début est le début du premier fils et la fin est la fin du dernier fils.
 - par** Le début est le minimum des débuts de chaque fils et la fin est le maximum des fins de chaque fils.
4. Extraire les informations des attributs temporels.
5. Appliquer l'algorithme de propagation de contraintes ([Allen, 1983], optionnel).

La structure SMIL (figure 3.3 à droite) contient quatre objets multimédia. Le graphe complet de relations qui est extrait est celui de la figure 2.1 (à gauche). Si l'algorithme de propagation de contraintes est appliqué le résultat se trouve à droite de la même figure.

La fonction β peut maintenant être définie de la manière suivante :

1. Extraire l'arbre SMIL de la structure SMIL T .
2. Assigner les attributs temporels d'un nœud trouvé grâce à l'index temporel.

Le résultat de neutralité est atteint par ce couple de fonctions.

Proposition 1 (Neutralité) $\beta \circ \alpha = \text{Identité}$.

Preuve Dans le cas où il n'y a pas de nécessité d'adaptation ($\mathcal{M}_s \cap \mathcal{M}_p = \mathcal{M}_s$), il est trivial que cette proposition est vérifiable dans le sens où la structure SMIL contient toutes les informations syntaxique de la spécification initiale. \square

3.3 Conservation de la cohérence entre relations et structure SMIL

Comme nous avons pu le constater dans la figure 3.2 à partir d'un document SMIL S , $\alpha(S) = \langle A, T \rangle$. Il est ensuite possible d'appliquer l'étape d'adaptation sur A ceci menant au résultat suivant : $\langle \text{Adapt}(A), T \rangle$. Une solution logique serait d'appliquer la fonction β sur ce résultat. Mais β utilise seulement la structure SMIL T qui est pour l'instant non-affectée de l'adaptation. Il est donc nécessaire de transférer l'adaptation sur la structure SMIL.

Comme énoncé précédemment, β nécessite une structure SMIL cohérente avec le graphe de relations. Il est à noter que l'adaptation peut mener à des incohérences et en conséquence la fonction β peut produire des documents SMIL illégaux. La figure 3.4 présente une incohérence au niveau de la relation *meets* entre les objets A et B qui contraint le début de A à être strictement inférieur à celui de B. Cependant, l'index temporel associé à A contraint le début de A à être égal à celui de B. Ce type de contradiction résulte typiquement de l'adaptation par transgression. La figure 3.3 est elle aussi incohérente avec le graphe de relations de la figure 2.4 (à gauche) à cause de la relation *overlaps* entre les objets Titre et Auteur, et la balise racine *seq* contraignant les objets à être joués en séquence.

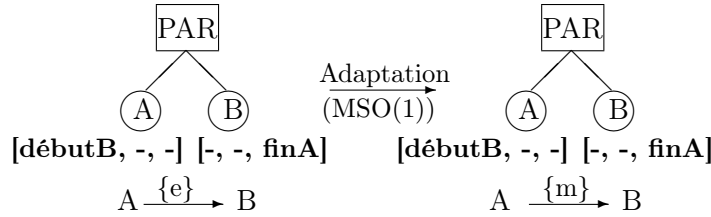


FIG. 3.4 – Incohérence entre relation et index temporel

3.3.1 Restauration de la cohérence

Comme nous avons pu le constater avec les exemples précédents, les incohérences peuvent venir des index temporels ou des balises temporelles SMIL non-adaptés au graphe de relations d'Allen. Pour mettre fin à ces incohérences, il est nécessaire de raisonner conjointement avec le graphe de relations A et la structure SMIL T .

Nous utilisons la notion d'intervalles de référence [Allen, 1983] pour introduire ces relations dans notre structure SMIL. Au lieu d'introduire le graphe complet, seules les relations entre nœud courant et ancêtre ainsi que nœud courant et frère seront ajoutées à T .

Définition 13 (Structure SMIL étendue) Une structure SMIL étendue est une structure SMIL dans laquelle les graphes complets de relations entre frères sont ajoutés et chaque arc est étiqueté par les contraintes du graphe de relations.

À partir de la structure SMIL de la figure 3.3 (à droite) et du graphe de relations de la figure 2.4 (à gauche), la structure SMIL étendue de la figure 3.5 est construite. Une incohérence peut d'ailleurs être facilement détectée. Par exemple, le type de la balise racine stipule que tous ses fils doivent être joués en séquence alors qu'il existe une relation *overlaps* entre deux fils.

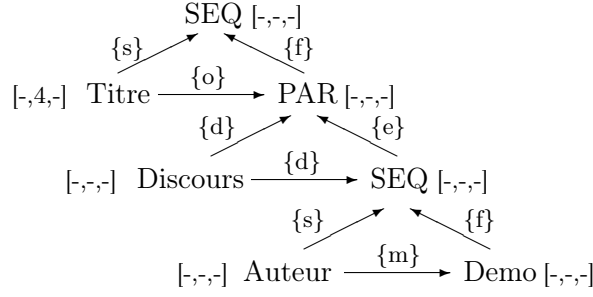


FIG. 3.5 – *Structure SMIL étendue*

La procédure **Cohérence** restitue la cohérence d'une structure SMIL étendue. Celle-ci est définie de la façon suivante :

Cohérence(n) =
 $E := \{n'; \langle n, n' \rangle \in R\}$ // fils de n
 Si $type(n) = \text{seq}$ et $\forall m, p \in E, m \neq p \wedge relation(m, p) \not\subseteq \{b, m, mi, bi\}$
 MOD-N(n)
 Si $type(n) = \text{seq}$
 Ordonner(E) // Utilisation de **SWITCH**
 Pour chaque $m \in E$
 Cohérence (m)

La fonction **Ordonner** trouve simplement l'ordre correct entre les objets (un algorithme classique de tri peut être utilisé avec les relations m et b comme relation d'ordre).

Une procédure suivante vérifie si une contrainte entre deux objets, apparaissant dans le graphe de relations, nécessite une mise à jour des attributs temporels de la structure SMIL. Par exemple, la relation $\{m\}$ entre Titre et Discours, visible dans le graphe de relation (figure 2.4 à gauche) n'est plus présente dans la structure SMIL étendue (car la balise racine **seq** a été transformée en **par**). Il est donc nécessaire d'introduire cette information dans la structure SMIL résultante. La valeur b de l'index temporel de Discours est donc égale à la fin de l'objet Titre (figure 3.6).

Une fois ces différents algorithmes appliqués dans la structure SMIL étendue, il est trivial de retrouver une nouvelle structure SMIL. La figure 3.6 présente l'adaptation de la structure SMIL de la figure 3.3 (à droite).

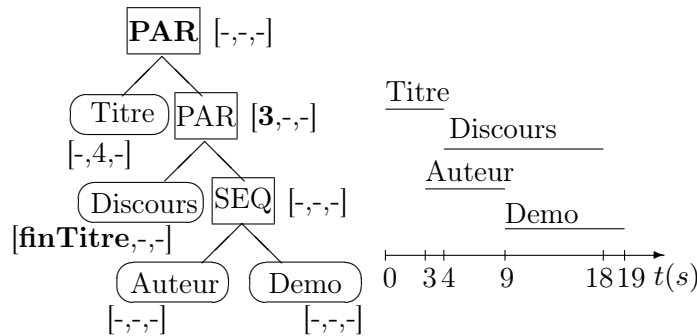


FIG. 3.6 – *Structure SMIL adapté (à gauche) et scénario temporel correspondant (à droite)*

Si nous décidons de jouer notre document SMIL sur un ordinateur de bureau et sur un PDA grâce à l'outil pocketSMIL [WAM, 2002] (figure 3.7), il est évident de constater qu'au temps $t = 3s$ les objets Titre et Auteur sont joués en parallèle sur le PDA à cause de la contrainte $MSS_{Stream}(1)$.



FIG. 3.7 – Document multimédia initial sur un ordinateur de bureau (à gauche) et adapté dans sa dimension temporelle sur un PDA (à droite) au temps $t = 3s$.

Nous venons de définir notre fonction intermédiaire γ qui construit une structure SMIL étendue, applique la procédure **Cohérence** et met à jour les index temporels. Le résultat est enfin une structure SMIL cohérente laquelle pouvant être utilisée par la fonction β .

3.3.2 Minimalité

Dans le but de montrer que notre fonction γ produit un résultat minimal, nous devons définir une distance entre structures SMIL. Nous utilisons une distance d'édition basée sur quelques opérations.

Définition 14 (Opérations d'édition) Cinq opérations d'édition peuvent être possibles sur une structure SMIL :

ADD(n, m_1, \dots, m_p) Ajoute un nœud n' dans E_N ainsi qu'un ensemble d'arc $\langle n, n' \rangle$ et $\langle n', m_i \rangle$ à R (les précédents arcs entre n et m_i sont supprimés).

DEL(n) Supprime un nœud n , tous ses arcs sont supprimés et ses fils sont rattachés à son ascendant (et introduit dans l'ordre de son ascendant)

MOD-M($n, m, [b, d, e]$) Modifie l'index temporel du nœud n .

MOD-N(n) Change le type de la balise temporelle n (seq en par et vice versa).

SWITCH(n_i, n_{i+1}) Permute l'ordre des nœuds n_i, n_{i+1} (fils d'une balise commune).

Nous nous restreignons au cas où il n'est pas possible d'ajouter ou supprimer des objets multimédia du document SMIL puisque l'adaptation définie dans [Euzenat *et al.*, 2003] n'utilise pas ces opérations.

Les algorithmes précédents utilisent seulement les opérations d'édition MOD-M, MOD-N et SWITCH. De plus, ils n'utilisent jamais les opérations d'ajout ou de suppression. Pourtant, utiliser l'opération de suppression peut être utile pour simplifier la structure du document SMIL (en supprimant par exemple un nœud **par** dans un autre **par** : ceci peut être appliqué sur le nœud intermédiaire de la figure 3.6). Cependant, cette simplification risque de mener vers un document adapté trop différents du document initial.

Il est clair d'après la définition 14 que n'importe quel couple de structures SMIL sur le même ensemble d'objets multimédia O peut être lié par une chaîne d'opérations d'édition. La distance δ est donc définie sur tout l'espace des documents SMIL.

Proposition 2 (Accessibilité) *À partir de n'importe quelle structure SMIL T et T' contenant un ensemble d'objets multimédia O , il est possible de transformer T en T' en appliquant les transformations d'édition de la définition 14.*

Preuve Soient $T = \langle E_N, E_O, r, \lambda, R, S \rangle$ et $T' = \langle E_{N'}, E_O, r', \lambda', R', S' \rangle$. En appliquant $N - 1$ fois l'opération DEL sur T , on obtient un arbre T_0 ayant un seul nœud racine ne comportant que des fils feuilles qui sont nos objets multimédia. Pour construire T' , il suffit d'appliquer $N' - 1$ fois l'opération ADD sur T_0 , mettre à jour les types des balises (avec MOD-N), les index temporels (avec MOD-M), et de permuter les objets qui ne sont pas dans le bon ordre (avec SWITCH). \square

Définition 15 (Distance d'édition entre structures SMIL) *Soient deux structures SMIL T et T' , leur distance d'édition $\delta(T, T')$ est la somme minimale des poids de chaque opération générant T' à partir de T . Les poids de ADD et DEL sont de 4, celui de SWITCH 3, celui de MOD-N 2 et celui de MOD-M 1.*

Les poids ont été choisis dans le but de préserver la structure du document qui a été spécifiée par l'auteur. Le poids le plus important est donné aux transformations liées à la modification de la structure, ensuite à la modification du typage, et enfin à la modification des attributs. La distance entre les structures SMIL des figures 3.3 (à droite) et 3.6 (à gauche) est de 4 ($2 \times \text{MOD-M} + \text{MOD-N}$).

Enfin, nous sommes en mesure de montrer le résultat voulu : γ est une transformation minimale pour restorer la cohérence.

Proposition 3 (Minimalité) $\gamma(\langle A', T \rangle) = \langle A', T' \rangle$ avec $\delta(T, T')$ minimale.

Preuve Soient T initiale et T' adaptée, montrons que $\forall T_0, \delta(T, T') \leq \delta(T, T_0)$. Pour chaque transformation effectuée, dans les algorithmes précédents, montrons que celle-ci sont inévitables :

MOD-N Cette transformation est inévitable si la synchronisation des fils d'un nœud est incohérente avec le type balise. En effet, on ne peut synchroniser parallèlement des objets dans une balise **seq** (réciproque fausse).

SWITCH Cette transformation est inévitable si l'ordre des fils d'une balise **seq** n'est pas correct.

MOD-M Cette transformation est inévitable pour synchroniser les objets selon le graphe de relations.

Il en résulte que pour un ensemble de transformations \mathcal{W} effectué sur T , n'importe quel ensemble de transformations \mathcal{W}' sur T_0 contient l'ensemble \mathcal{W} . Donc $\forall T_0, \delta(T, T') \leq \delta(T, T_0)$. \square

Synthèse

Nous avons défini les fonctions α , β et γ qui permettent de réaliser l'adaptation de documents multimédia décrit en SMIL. Cette construction préserve les propriétés demandées dans [Euzenat *et al.*, 2003] et permet de réaliser l'adaptation sur le langage SMIL. Le document SMIL de l'Annexe B présente le résultat de l'application manuelle de l'adaptation temporelle du document SMIL de l'Annexe A. Son exécution est montrée dans les pages 49 et 50.

Il serait intéressant d'analyser la structure de voisinage (par exemple figure 2.3) pour examiner si celle-ci peut-être spécialisée pour des documents SMIL.

3.4 Graphes de voisinage temporels

Les parties précédentes nous ont permis de décrire un ensemble de spécifications d'un document multimédia. De plus, cet ensemble est décrit en particulier avec des relations d'Allen. Nous utilisons alors les travaux réalisés dans [Euzenat *et al.*, 2003] pour adapter cette spécification. Lors de la présentation de ces principes, nous avons introduit la notion de graphe de voisinage. Dans ce qui suit, nous allons détailler comment ce type de graphe est construit (§ 3.4.1). Nous montrerons aussi que le langage utilisé pour décrire le document multimédia ainsi que le type d'objets multimédia manipulés impose l'utilisation d'un type de graphe de voisinage particulier lors de l'adaptation (§ 3.4.2).

3.4.1 Construction du graphe de voisinage

Construire un graphe de voisinage revient à définir quelles relations sont connexes c'est-à-dire quelle relation est plus proche d'une autre. Nous allons donc dans un premier temps définir la notion de **relations voisines**. Puis nous présenterons trois graphes de voisinage temporel.

Définition 16 (Relations voisines) *Deux relations sont voisines si elles peuvent être transformées l'une en l'autre par une déformation continue des objets sur lesquels elles portent.*

Il existe trois façons possibles de déformer un intervalle de temps :

1. en déplaçant graduellement l'une des extrémités.
2. en déplaçant l'intervalle tout en maintenant sa durée fixe.
3. en fixant le milieu de l'intervalle tout en autorisant la variation de sa durée.

Pour chacune de ces déformations, il existe un graphe de voisinage qui est décrit dans [Freksa, 1992a].

Le premier point induit le graphe présenté à l'aide de la figure 2.3. Pour le construire, il est possible de partir de deux intervalles égaux (e). En faisant varier une seule extrémité d'un des intervalles, on obtient une nouvelle relation entre eux (qui peut être s, f, si ou fi). Il suffit de répéter ce processus sur ces nouvelles relations.

Le deuxième point induit le graphe de la figure 3.8. En effet, si deux intervalles sont égaux (e) et que la durée des objets est fixe alors la seule transformation envisageable est de translater les intervalles d'où les relations voisines o ou oi.

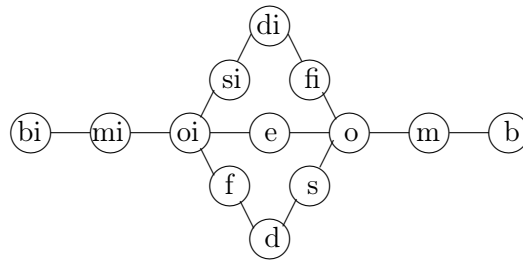


FIG. 3.8 – Graphe de voisinage entre les relations sur les intervalles temporels de durée fixe

Enfin, le troisième point induit le graphe de la figure 3.9.

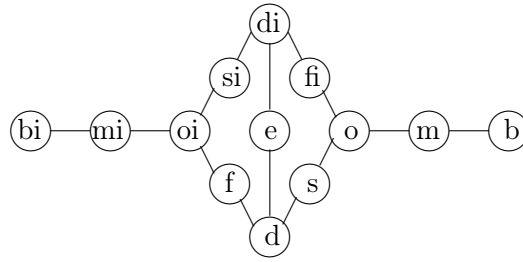


FIG. 3.9 – *Graphe de voisinage entre les relations sur les intervalles temporelles de durée variable tout en conservant leur milieu fixe*

3.4.2 Pertinence des graphes de voisinage

Lors de l'adaptation par transgression (§ 2.2.3) d'une spécification multimédia, nous analysons quelle relation est plus proche d'une autre entre deux objets multimédia à partir d'un graphe de voisinage. Il est donc nécessaire d'utiliser un graphe de voisinage adapté au type de langage utilisé et au type d'objets multimédia manipulés. Le chapitre 1 a permis de mettre en évidence trois catégories d'objets multimédia : rigide, élastique et à durée non-déterminée. Ces différentes catégories sont une information importante qui peut être utile pour choisir un graphe de voisinage temporel pertinent.

Deux situations peuvent se distinguer dans une relation temporelle :

- Types de média identiques.
- Types de média différents.

Première situation : Types de média identiques

Si une relation temporelle entre deux objets multimédia de type rigide est transgressive (c'est le cas des objets Discours et Auteur de la figure 1.10), alors il sera plus pertinent d'utiliser le graphe de voisinage de la figure 3.8 car celui-ci manipule des relations sur des intervalles de temps de durée fixe.

Si deux objets multimédia sont de types élastiques comme par exemple du texte ou des images alors il sera plus pertinent d'utiliser les graphes de voisinage des figures 2.3 et 3.9 car tous deux manipulent des relations sur des intervalles de temps de durée variable. Dans ce deuxième cas, le langage ou le système d'édition du document multimédia peut départager ces deux graphes.

Exemple 7 Dans le cas de SMIL, il sera préférable d'utiliser le graphe de la figure 2.3 car on ne peut déformer simultanément en une seule transformation les bornes inférieures et supérieures des objets multimédia.

Deuxième situation : Types de média différents

Si deux objets multimédia sont de types différents (c'est le cas des objets Titre et Discours de la figure 1.10), il est possible de fusionner des graphes de voisinage pour qu'ils prennent en compte à la fois les relations voisines sur le premier type d'objet et celles sur le deuxième.

Exemple 8 Soient les objets multimédia Titre et Discours de la figure 1.10. Titre (image) est un objet de type élastique et Discours (son) est de type rigide. De plus, le langage SMIL est utilisé pour éditer la présentation multimédia. Dans ce cas, il est possible de fusionner le graphe de la figure 3.8 avec celui de la figure 2.3. La figure 3.10 présente ce nouveau graphe de voisinage temporel.

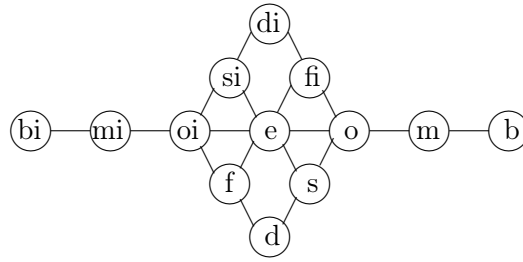


FIG. 3.10 – Graphe de voisinage fusionné

Supposons que Titre *equals* Discours. Si on déforme l'objet Titre, les relations possibles entre Titre et Discours peuvent être s, si, f ou fi. Si on déforme l'objet Discours, les relations possibles entre Titre et Discours peuvent être o ou oi.

3.5 Synthèse

Nous avons développé une démarche permettant d'utiliser l'approche sémantique de [Euzenat *et al.*, 2003] avec des documents multimédia spécifiés à l'aide de relations de bas niveau. Pour cela, nous avons défini plusieurs fonctions permettant d'effectuer des transformations du langage SMIL vers des descriptions relationnelles (α et β). Ces transformations étant non-injectives, nous avons défini une structure SMIL assurant la propriété de neutralité. De plus, nous avons montré que l'étape d'adaptation (*Adapt*) et notamment l'adaptation par transgression mène vers des incohérences entre structure SMIL et descriptions qualitatives que la fonction γ corrige de façon minimale grâce à l'introduction d'une structure intermédiaire.

Par contre, nous n'avons pas montré que l'adaptation $\gamma \circ \text{Adapt}$ était minimale. Notre conjecture actuelle est que ce n'est pas le cas. Un exemple d'illustration serait d'utiliser le graphe de relations de la figure 2.4 (à droite). Celui-ci permet de conserver la balise racine **seq**, ceci menant à une distance entre structures SMIL plus petite que celle calculée à partir de la figure 2.4 (à gauche). Il est donc nécessaire d'appliquer des contraintes sur la fonction *Adapt* pour obtenir une entière minimalité. Celles-ci doivent être appliquées lorsque plusieurs solutions sont possibles (c'est-à-dire lorsque plusieurs graphes de relations ont une distance d équivalente).

De plus, nous avons précisé les principes définis dans [Euzenat *et al.*, 2003] en montrant que le choix d'un type de graphe de voisinage, lors de l'adaptation par transgression, devait être adapté au langage de spécification du document ainsi qu'au type d'objets multimédia manipulés.

À ce stade, il serait intéressant de montrer que l'approche sémantique définie dans [Euzenat *et al.*, 2003] peut s'appliquer à la dimension spatiale du document multimédia. La stratégie développée dans ce chapitre pourra servir de point de départ à l'adaptation spatiale de document SMIL.

Chapitre 4

Principes d'adaptation spatiale d'un document multimédia

Nous allons utiliser les différents principes des chapitres 2 et 3, et les appliquer à la dimension spatiale du document multimédia. Pour cela nous allons introduire ce chapitre en présentant différents formalismes de représentation spatiale (§ 4.1). Puis, nous illustrerons l'approche sémantique définie dans [Euzenat *et al.*, 2003] à la dimension spatiale (§ 4.2). Enfin, nous appliquerons cette adaptation sur des documents SMIL (§ 4.3).

4.1 Représentation spatiale d'un document multimédia

Il existe plusieurs représentations spatiales possibles d'un document multimédia :

- Représentation basée sur des **relations topologiques** (§ 4.1.1).
- Représentation basée sur des **relations directionnelles** (§ 4.1.2).

Dans ce qui suit nous allons présenter ces deux formalismes de représentation spatiale.

4.1.1 Représentation spatiale topologique

La représentation spatiale RCC élaborée par David **R**andell, Tony **C**ohn et Zhan **C**ui est plus connue sous le nom "Region Connection Calculus" [Randell *et al.*, 1992]. Ce formalisme définit de nombreuses propriétés et relations spatiales. En particulier une de ses spécifications est l'ensemble des huit relations (RCC-8). Cet ensemble est illustré par la figure 4.1.

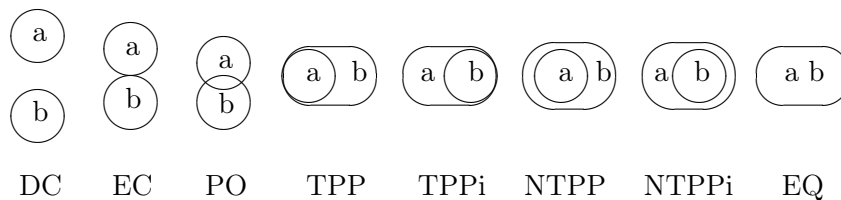


FIG. 4.1 – *Les relations RCC-8*

Ces huit relations sont :

- DC (*is disconnected from*) : les deux régions sont disjointes.
- EC (*is externally connected with*) : les deux régions ne sont pas incluses l’une dans l’autre mais sont en contact.
- PO (*partially overlaps*) : les deux régions se chevauchent.
- TPP (*is a tangential proper part of*) : les deux régions sont incluses l’une dans l’autre et sont en contact.
- TPPi (inverse de TPP)
- NTPP (*is a nontangential proper part of*) : les deux régions sont incluses l’une dans l’autre mais ne sont pas en contact.
- NTPPi (inverse de NTPP)
- EQ (*equals*) : les deux régions sont identiques.

Ce type de représentation est notamment appliqué aux systèmes d’informations géographiques (Geographical Information Systems) où les utilisateurs s’interrogent sur les relations spatiales entre différents objets [Bennett, 1996]. Il est à noter qu’à ce jour aucune représentation multimédia n’a adopté ce type de formalisation.

4.1.2 Représentation spatiale directionnelle

Une représentation spatiale directionnelle permet de définir des orientations dans l’espace entre des objets [Freksa, 1992b]. Soient deux points A et B, représentant par exemple les centres de gravité des objets multimédia visibles (comme des images, des vidéos . . .). Neuf relations spatiales directionnelles sont possibles entre ces deux points : *nord*, *nord-est*, *nord-ouest*, *est*, *ouest*, *sud*, *sud-est*, *sud-ouest*, *même position*. La figure 4.2 présente trois relations spatiales directionnelles entre A et B (*nord*, *ouest* et *nord-ouest*).

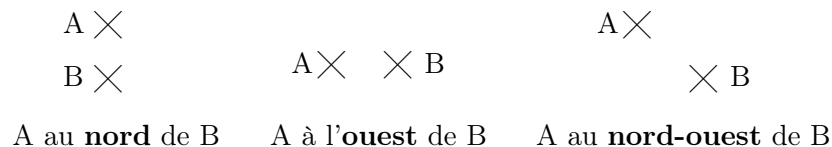


FIG. 4.2 – *Relations spatiales directionnelles entre deux points*

Considérer un objet multimédia comme un seul et unique point pose néanmoins quelques problèmes. En effet, on ne peut distinguer le fait que l’objet A soit contenu dans l’objet B (et inversement). Si ces objets multimédia sont maintenant définis par deux points représentant, par exemple pour des objets rectangulaires, l’angle inférieur gauche et l’angle supérieur droit. Il est alors possible d’étendre les relations spatiales en ajoutant des relations de chevauchements, d’alignements entre objets . . . Dans ce cas, il est possible de déterminer 169 relations spatiales directionnelles entre deux objets interprétés comme des intervalles de dimension 2. La figure 4.3 de [Euzenat, 1994] présente ces 169 relations spatiales directionnelles.

Il est à noter que le système MADEUS présenté précédemment utilise ce type de représentation spatiale. Cependant, le système propose un nombre de relations spatiales beaucoup plus restreint.

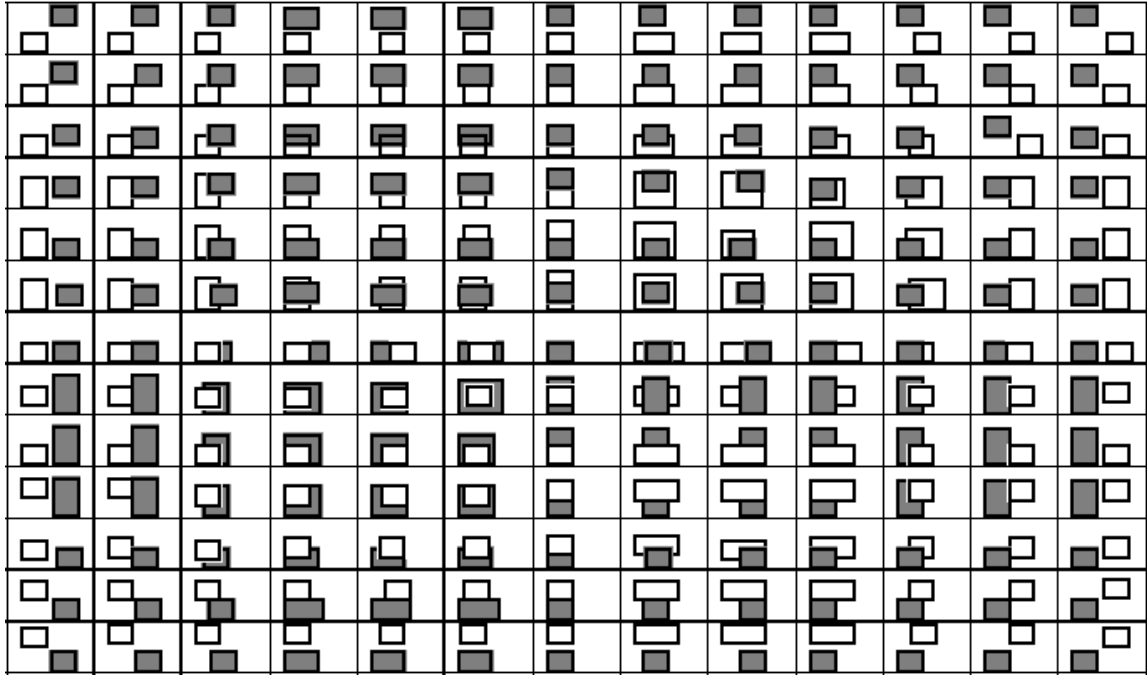


FIG. 4.3 – Les 169 relations spatiales directionnelles entre deux objets interprétés comme des intervalles de dimension 2

4.2 Adaptation spatiale d'un document multimédia

Dans le chapitre 2, nous avons présenté plusieurs principes utilisés pour adapter un document multimédia dans sa dimension temporelle. Dans cette partie, nous allons nous servir de ce modèle et nous allons l'appliquer à la dimension spatiale du document multimédia.

4.2.1 Sémantique de la spécification spatiale d'un document multimédia

La spécification d'un document multimédia spatial sera basée sur des relations topologiques.

Définition 17 (Spécification spatiale) Une spécification spatiale $s = \langle O, C \rangle$ d'un document multimédia est un ensemble O d'objets multimédia associé à un ensemble C de contraintes spatiales entre ces objets. Un ensemble de spécification est noté \mathcal{S} .

Exemple 9 Une spécification possible de la figure 1.9 est :

$$B = \langle \{Titre, Auteur, Demo\}, \\ \{Titre\{PO\}Auteur, Demo\{NTPP\}Auteur, Titre\{DC\}Demo\} \rangle$$

Une spécification spatiale d'un document multimédia à l'égal d'une spécification temporelle peut aussi être représentée à l'aide d'un graphe de relations comme le montre la figure 4.4.

Dans le but d'interpréter les aspects spatiaux des documents multimédia, nous considérerons les interprétations telles que les objets O soient interprétés comme des intervalles de points et les contraintes comme des relations spatiales topologiques. Par exemple, l'objet Titre peut être interprété comme l'intervalle $[(0,0) (500,175)]$, l'objet Auteur $[(50,125) (450,500)]$ et l'objet Demo $[(100,200) (400,475)]$.

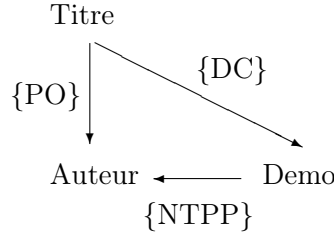


FIG. 4.4 – Graphe de relations de la spécification de la figure 1.9

La relation *is disconnected from* est vraie si tous les points du premier argument ne sont pas inclus dans l'intervalle de points du deuxième argument.

Exemple 10 L'interprétation présentée ci-dessus est un modèle de B . Ce modèle correspond exactement à l'exécution du document multimédia.

Dans ce qui suit, nous considérerons toujours qu'il existe au moins un modèle d'une spécification spatiale.

4.2.2 Sémantique de l'adaptation spatiale d'un document multimédia

Comme nous avons pu le constater précédemment, l'adaptation d'un document multimédia est contraint par le profil de la plate-forme cible. La définition de contrainte liée au profil sera dans cette partie similaire à celle de la section 2.2.2.

Une seule contrainte est appliquée sur le document SMIL de la figure 1.9 :

- $MOS_{Video}(n)$: Au plus n vidéos peuvent être superposées.

Un profil p est un ensemble de ces contraintes. Dans notre exemple, ce profil est $p = \{MOS_{Video}(1)\}$. Ceci signifie que les objets Auteur et Demo ne peuvent être superposés. Le rôle de l'adaptation est, à l'instar de la dimension temporelle, de trouver s'il existe des modèles de la spécification initiale qui appartiennent à la classe des modèles satisfaisant les contraintes d'adaptation. On retrouve toujours nos trois types d'adaptation possibles définis dans la partie 2.2.2, dont l'adaptation par transgression que nous allons définir pour la dimension spatiale.

L'adaptation du document SMIL de la figure 1.9 est transgressive car la contrainte $\{MOS_{Video}(1)\}$ n'est pas valide. En effet, les objets Auteur et Demo sont superposés.

4.2.3 Adaptation par transgression

On rappelle que le but d'une adaptation par transgression est de trouver une spécification la plus proche possible de la spécification initiale qui respecte les contraintes d'adaptation. Au même titre que la dimension temporelle, il nous faut pouvoir calculer une distance Δ' entre modèles.

Définition 18 (Distance entre ensemble de modèles) $\Delta'(\mathcal{M}, \mathcal{M}') = F_{m \in \mathcal{M}, m' \in \mathcal{M}'} d'(m, m')$

Une distance entre modèles peut ensuite être exprimée en additionnant les distances conceptuelles δ' (définition 10) entre les différentes relations utilisées dans les deux modèles. Pour cela, on utilise un graphe de voisinage spatial (figure 4.5) [Cohn *et al.*, 1997].

Définition 19 (Distance conceptuelle entre modèles) $d'(\lambda, \lambda') = \sum_{n, n' \in N} \delta'(\lambda(\langle n, n' \rangle), \lambda'(\langle n, n' \rangle))$

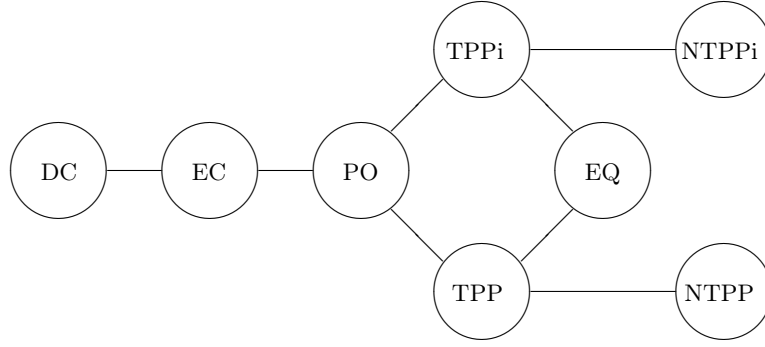


FIG. 4.5 – Graphe de voisinage spatial (N_8^{RCC})

La figure 4.6 présente un graphe de relations adapté à partir de la spécification initiale de la figure 1.9 et du profil $p = \{MOS_{Video}(1)\}$. Sa distance par rapport à la spécification initiale est de 3.

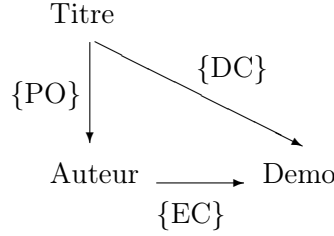


FIG. 4.6 – Graphe de relations adapté du graphe de la figure 4.4 avec la contrainte $\{MOS_{Video}(1)\}$

4.3 Généralisation de l'adaptation spatiale aux documents SMIL

À ce stade de notre étude, nous avons les outils nécessaires pour adapter un document multimédia dans sa dimension spatiale en utilisant des relations de haut niveau comme par exemple les relations spatiales topologiques (RCC-8). Poursuivons nos travaux en appliquant notre adaptation spatiale sur un document qui comporte des relations multimédia de plus bas niveau. Une idée pour adapter ce type de documents serait d'utiliser la stratégie définie par la figure 3.1 et de l'appliquer à la dimension spatiale. Les parties suivantes vont détailler ces différentes étapes. Le langage SMIL sera une nouvelle fois utilisé pour décrire le document multimédia interactif.

4.3.1 Adaptation spatiale d'un document SMIL : Stratégie générale

Une différence significative avec la dimension temporelle est que l'on ne peut, en SMIL, décrire qualitativement la dimension spatiale des objets multimédia. En effet, comme le montre la figure 1.9, l'auteur du document doit précisément identifier leur position dans l'environnement principal. De plus, il est nécessaire de stocker les informations spatiales spécifiées par l'auteur que le formalisme RCC ne peut nous fournir en retour. En particulier pour les informations concernant le regroupement des régions (comme par exemple l'objet Demo étant fils de l'objet Auteur) ainsi que leur profondeur. Pour cela, nous allons définir une structure d'arbre contenant la structure du code SMIL ainsi que son contenu. Cette structure sera construite par la fonction α et utilisée par la fonction β . De plus, il est nécessaire de transformer de façon minimale notre structure d'arbre pour prendre en compte les informations de la phase d'adaptation. Ceci sera effectuée par notre fonction γ . Les différentes étapes de notre stratégie sont donc identiques à celles de la figure 3.2. De plus, il est à noter que les propriétés de minimalité (propriété 2) et de neutralité (propriété 3) doivent être maintenues.

4.3.2 Fonctions de traduction

Une solution possible consiste à stocker la structure du document SMIL dans le résultat de la fonction α . Cette structure correspond exactement à la structure d'arbre du document qu'il est possible d'extraire comme dans n'importe quel document XML (figure 4.7 à gauche). L'environnement principal est la racine de cet arbre. Tous les autres nœuds de l'arbre correspondent aux différentes régions.

Stocker uniquement la structure précédente ne suffit pas à satisfaire la propriété de neutralité car la structure ne contient aucune information sur les attributs spatiaux d'une région particulière (comme la profondeur d'une région ...). La fonction β n'est donc pas en mesure de restituer cette information.

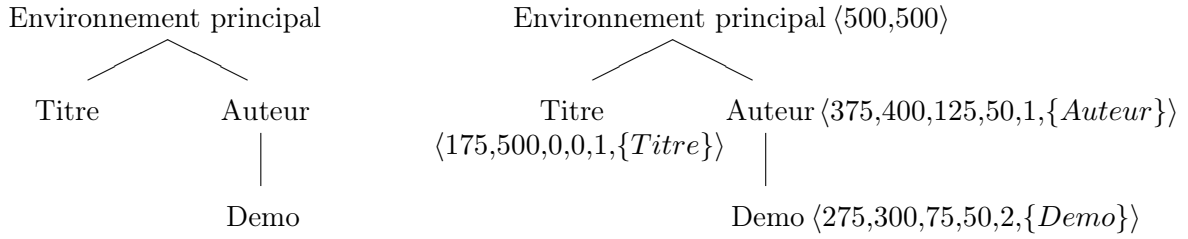


FIG. 4.7 – Arbre spatial SMIL (à gauche) et structure spatiale SMIL (à droite) de la spécification de la figure 1.9

Il est alors nécessaire de définir une structure spatiale SMIL de la façon suivante :

Définition 20 (Structure spatiale SMIL) Une structure spatiale SMIL $T = \langle E_N, r, R, \lambda \rangle$ avec $E_N = E \cup r_n$ un ensemble de nœud comprenant l'environnement principal E et un ensemble de région r_n , $r = E$ un nœud racine, $R \subseteq E_N \times E_N$ un ensemble d'arc tel que $\langle E_N, R, r \rangle$ forme un arbre, et λ une fonction d'étiquetage de $E \rightarrow \mathbb{N}^2$ et de $r_n \rightarrow \mathbb{N}^5 \times O$ qui associe à chaque nœud n un index spatial $\lambda(n)$. L'index spatial de l'environnement principal correspond à sa hauteur et largeur. Celui des régions correspond à sa hauteur, sa largeur, sa distance par rapport au côté haut et gauche du père, sa profondeur et ses objets multimédia associés.

Le but initial de la fonction α est d'extraire les différentes relations spatiales entre les régions et de les stocker dans un graphe de relations sur lequel il sera ensuite possible d'appliquer les principes d'adaptation définis auparavant. Cette extraction est définie par la procédure suivante :

1. Extraire toutes les régions et en faire un nœud dans le graphe de relations.
2. Ajouter un arc entre chaque paire de nœud.
3. Extraire les relations spatiales portées par les valeurs des attributs de chaque région.

Les attributs spatiaux d'une région permettent de définir son intervalle de points. Avec ces informations, il est possible de trouver les relations spatiales entre régions. Par exemple, soient A le point supérieur gauche et B le point inférieur droit d'une région. La relation DC est vraie si et seulement si $\forall x, y \][(x_A < x < x_B) \wedge (y_A < y < y_B)]$.

La structure spatiale SMIL (figure 4.7 à droite) contient trois régions. Le graphe complet de relations qui est extrait est celui de la figure 4.4.

La fonction β peut ensuite être appliquée de la manière suivante :

1. Extraire l'arbre SMIL de la structure spatiale SMIL T .
2. Assigner les attributs spatiaux d'un nœud trouvé grâce à l'index spatial.

Le résultat de neutralité est atteint par ce couple de fonction.

4.3.3 Conservation de la cohérence entre relations et structure spatiale SMIL

De même que la dimension temporelle, β utilise seulement la structure spatiale T non-affectée de l'adaptation. Il est donc nécessaire de transférer l'adaptation sur la structure spatiale SMIL. En effet, β nécessite une structure spatiale SMIL cohérente avec le graphe de relations. L'adaptation par transgression peut mener à des incohérences. La figure 4.7 (à droite) contient ces incohérences d'après le graphe de relations adapté de la figure 4.6. En effet, la région Demo est incluse dans la région Auteur alors que le graphe de relations stipule que Auteur *is externally connected with* Demo. De plus, les valeurs des attributs spatiaux concernant la position sont incohérentes pour la même raison.

Restauration de la cohérence

Comme nous avons pu le voir avec l'exemple précédent les incohérences peuvent venir de la structure de l'arbre SMIL ou des index spatiaux non-adaptés au graphe de relations. Il est alors nécessaire de raisonner conjointement avec le graphe de relations A et la structure spatiale SMIL T . Pour cela, étendons notre structure spatiale.

Définition 21 (Structure spatiale SMIL étendue) *Une structure spatiale étendue est une structure spatiale SMIL dans laquelle les graphes complets de relations entre frères sont ajoutés et chaque arc est étiqueté par les contraintes induites du graphe de relations. L'environnement principal n'est pas présent dans le graphe de relations car on suppose que les régions y sont obligatoirement incluses (pour des raisons de visibilité) et parce que ce n'est pas un facteur important pour l'adaptation d'où l'ensemble de relations $\{NTPPi,TPPi,EQ\}$ lié à ses objets fils.*

À partir de la structure spatiale SMIL de la figure 4.7 (à droite) et du graphe de relations de la figure 4.6, la structure spatiale SMIL étendue de la figure 4.8 est construite. Les incohérences précédentes peuvent facilement être identifiées.

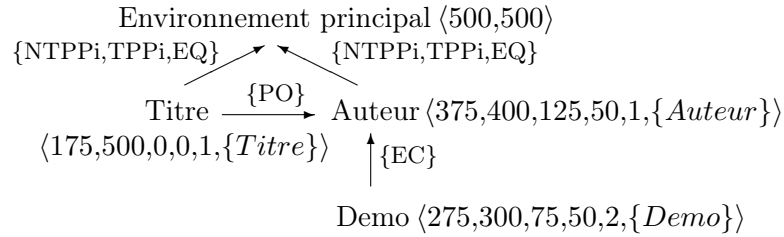


FIG. 4.8 – Structure spatiale SMIL étendue

La procédure **Cohérence** restitue la cohérence d'une structure spatiale SMIL étendue. Celle-ci est définie de la façon suivante :

```

Cohérence( $n$ ) =
   $E := \{n'; \langle n, n' \rangle \in R\}$  // fils de  $n$ 
  Pour chaque  $m \in E$ 
    Cohérence ( $m$ )
  Si  $\forall n', relation(n, n') \not\subseteq \{NTTPi,TPPi,EQ\}$ 
    UP( $n'$ ) // la région  $n'$  fils de  $n$  devient frère de  $n$ 

```

Une procédure modifie les attributs spatiaux nécessitant une mise à jour. Celle-ci contient plusieurs étapes :

1. Mise à jour de la taille des fenêtres en fonction de la taille de l'écran de la plate-forme cible.
 - (a) Récupération de la taille de l'écran à partir du profil CC/PP du client (figure 1.13).
 - (b) Calcul proportionnel de la taille des régions.

2. Obtention d'un modèle spatial respectant les contraintes sans déformer les régions.
3. Si aucun modèle n'est possible alors trouver un modèle spatial respectant les contraintes en déformant une ou plusieurs régions.

Par exemple, aucun modèle n'est valable en conservant la taille des régions de la spécification initiale de la figure 1.9 et les contraintes du graphe de relations de la figure 4.6. Il est donc nécessaire de modifier la taille de celles-ci. Plusieurs stratégies peuvent être envisagées :

1. Déformer le moins de régions possibles.
2. Déformer les régions pour conserver un meilleur rendu graphique.

On pourrait aussi définir des critères de déformation lorsque plusieurs choix sont possibles. Par exemple, respecter les proportions entre les objets, réduire le plus gros c'est-à-dire affecter proportionnellement au minimum ... Pour rester le plus proche de la spécification initiale, la première stratégie est intéressante.

Une fois ces différents algorithmes appliqués dans la structure spatiale SMIL étendue, il est trivial de retrouver une nouvelle structure spatiale SMIL. La figure 4.9 présente l'adaptation de la structure spatiale SMIL de la figure 4.7. Seule la région Auteur a subi une déformation.

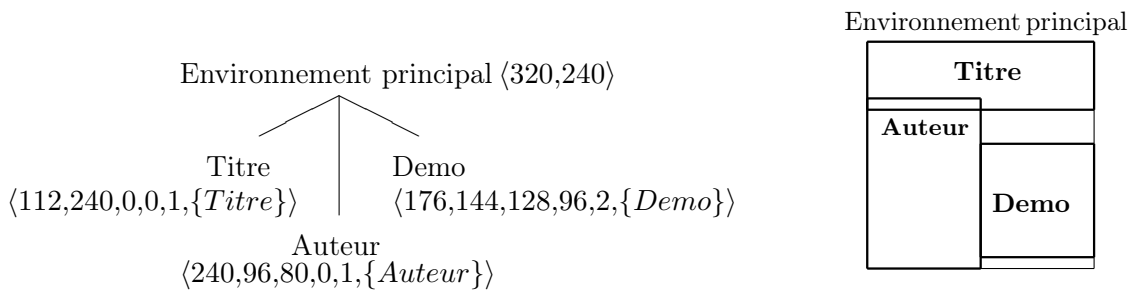


FIG. 4.9 – *Structure spatiale SMIL adaptée (à gauche) et organisation spatiale correspondante (à droite)*

Si nous décidons ensuite de jouer sur un PDA notre document SMIL adapté dans sa dimension spatiale, la figure 4.10 montre effectivement que l'objet Auteur a été déformé.

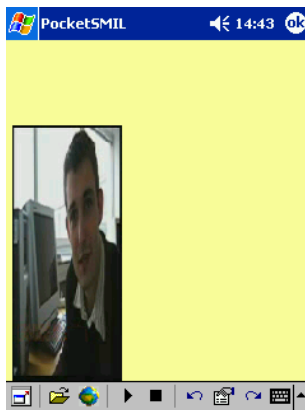


FIG. 4.10 – *Document multimédia adapté dans sa dimension spatiale au temps $t = 5s$*

Nous venons de définir notre fonction γ qui construit une structure spatiale SMIL étendue, applique la procédure **Cohérence** et met à jour les index spatiaux. Le résultat est une structure SMIL cohérente laquelle pouvant être utilisée par la fonction β . De plus, il est clair que les opérations effectuées précédemment sont minimales puisque celles-ci sont inévitables pour des raisons de visibilité et de respect des contraintes d'adaptation.

4.4 Synthèse

Nous avons défini l'adaptation spatiale d'un document multimédia spécifié à l'aide de relations spatiales de haut niveau. Nous avons ensuite utilisé ces principes d'adaptation et nous les avons appliqués sur des documents multimédia spécifiés à l'aide de relations de plus bas niveau.

Ensuite, nous avons utilisé la stratégie de transformations de documents SMIL vers des descriptions qualitatives définie dans le chapitre précédent et nous l'avons appliquée à la dimension spatiale des documents SMIL. Ceci nous a permis de définir de nouvelles fonctions de transformations α et β . Pour assurer la propriété de neutralité, nous avons défini, à l'instar de la dimension temporelle, une structure spatiale SMIL. Celle-ci étant corrigée de façon minimale par la fonction γ lors de l'adaptation par transgression. Le document SMIL de l'Annexe C présente le résultat de l'application manuelle de l'adaptation spatiale du document SMIL de l'Annexe A. Son exécution est montrée dans les pages 49 et 50.

Adapter un document multimédia dans sa dimension spatiale peut être intéressant si les objets sont joués simultanément à un instant donné. Par exemple, les vidéos Auteur et Demo sont jouées séquentiellement. En appliquant la contrainte spatiale $MOS_{Video}(1)$ sur ces objets sans tenir compte de la dimension temporelle, ceux-ci sont déformés. Non seulement cette déformation entraîne une perte de visibilité mais en plus elle nous éloigne de la spécification du document initial. De plus, la solution proposée semblera surprenante pour l'auteur qui s'étonnera de constater un objet multimédia déformé seul sur l'écran (voir figure 4.10) alors que celui-ci était aussi seul initialement. Il est donc nécessaire d'articuler les dimensions temporelle et spatiale pour remédier à ce problème.

Chapitre 5

Principes d'adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia

Comme nous avons pu le constater dans le chapitre précédent, il est nécessaire d'articuler les dimensions temporelle et spatiale. Nous allons une nouvelle fois appliquer les principes d'adaptation définis dans [Euzenat *et al.*, 2003] à la dimension spatio-temporelle (§ 5.1). Enfin, nous appliquerons cette adaptation aux documents SMIL (§ 5.2).

5.1 Adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia

Nous allons nous servir des principes d'adaptations temporelle et spatiale et nous allons articuler ces deux dimensions pour adapter des documents multimédia.

5.1.1 Sémantique de la spécification spatio-temporelle d'un document multimédia

La spécification spatio-temporelle d'un document multimédia sera basée sur des relations temporelles d'Allen et sur des relations spatiales topologiques.

Définition 22 (Spécification spatio-temporelle) Une spécification spatio-temporelle $s = \langle O, C_T, C_S \rangle$ d'un document multimédia est un ensemble O d'objets multimédia associé à un ensemble C_T de contraintes temporelles ainsi qu'un ensemble C_S de contraintes spatiales entre ces objets.

Exemple 11 Une spécification possible de l'Annexe A (combinant les figures 1.9 et 1.10) est :

$$C = \langle \{ \text{Titre}, \text{Discours}, \text{Auteur}, \text{Demo} \}, \\ \{ \text{Titre}\{m\}\text{Discours}, \text{Discours}\{si\}\text{Auteur}, \text{Auteur}\{m\}\text{Demo}, \text{Discours}\{o\}\text{Demo} \} \\ \{ \text{Titre}\{PO\}\text{Auteur}, \text{Demo}\{NTPP\}\text{Auteur}, \text{Titre}\{DC\}\text{Demo} \} \rangle$$

Une spécification spatio-temporelle d'un document multimédia peut être représentée à l'aide de graphes de relations comme le montre la figure 5.1.

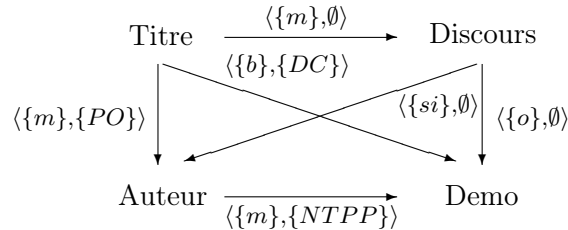


FIG. 5.1 – Graphe de relations temporelles et spatiales résolu de la spécification de l'Annexe A.

5.1.2 Sémantique de l'adaptation spatio-temporelle d'un document multimédia

L'adaptation spatio-temporelle est, à l'instar de la dimension temporelle et spatiale, contrainte par le profil de la plate-forme cible. Ce profil peut contenir des contraintes temporelles et/ou spatiales.

Nous décidons d'appliquer au document de l'Annexe A les contraintes définies dans les chapitres précédents :

- $MSO_{Video}(n)$: Au plus n vidéos ne peuvent être jouées en même temps.
- $MSS_{Stream}(n)$: Au plus n objets "streamable" - audio ou vidéo - peuvent commencer en même temps.
- $MOS(n)$: Au plus n objets visibles peuvent être superposés à un instant donné.

Un profil p est un ensemble de ces contraintes. Dans notre exemple ce profil est $p = \{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1), MOS(1)\}$. Ceci signifie que les objets Auteur et Demo ne peuvent être joués au même instant, que les objets Discours, Auteur et Demo ne peuvent commencer en même temps, et enfin que les objets Titre, Auteur et Demo ne peuvent se superposer à un instant donné.

Il est aisé de remarquer que l'adaptation du document de l'Annexe A est transgressive avec ce type de profil.

5.1.3 Adaptation par transgression

Au même titre que la dimension temporelle et spatiale, il est nécessaire lors d'une adaptation par transgression de trouver une spécification la plus proche possible de la spécification initiale qui respecte les contraintes d'adaptation. Pour cela, il nous faut pouvoir calculer une distance Δ_{TS} entre modèles.

Définition 23 (Distance entre ensembles de modèles) $\Delta_{TS}(\mathcal{M}, \mathcal{M}') = F_{m \in \mathcal{M}, m' \in \mathcal{M}'} d_{TS}(m, m')$.

Une distance entre modèles peut ensuite être exprimée en additionnant les distances d et d' correspondant aux distances conceptuelles entre modèles temporels et spatiaux.

Définition 24 (Distance conceptuelle entre modèles) $d_{TS}(\lambda, \lambda') = d(\lambda, \lambda') + d'(\lambda, \lambda')$ ou comme le propose [Vazirgiannis, 1999] : $d_{TS}(\lambda, \lambda') = \sqrt{d(\lambda, \lambda')^2 + d'(\lambda, \lambda')^2}$.

La figure 5.2 présente un graphe de relations spatio-temporelles adapté à partir de la spécification de l'Annexe A et du profil $p = \{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1), MOS(1)\}$. Sa distance d_{TS} par rapport à la spécification initiale est de 2.

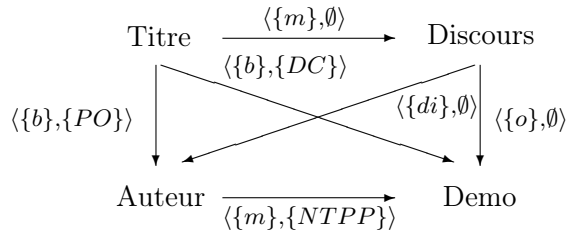


FIG. 5.2 – Graphe de relations temporelles et spatiales adapté du graphe de la figure 5.1 avec les contraintes $\{MSO_{Video}(1), MSS_{Stream}(1), MOS(1)\}$.

Remarque 5 Le modèle temporel du graphe ci-dessus a une distance d équivalente aux graphes de la figure 2.4. Choisir le graphe complet à gauche de cette figure aurait nécessité une adaptation spatiale par transgression. Et donc aurait impliquer une distance d_{TS} plus élevée que celle calculée précédemment.

5.2 Généralisation de l'adaptation spatio-temporelle aux documents SMIL

À ce stade de notre étude, nous avons les moyens d'adapter un document multimédia dans sa dimension spatio-temporelle à l'aide de relations de haut niveau. Dans cette partie, nous allons adapter des documents spécifiés à l'aide de relations de plus bas niveau. Pour cela, nous allons partir d'une stratégie regroupant celle portant sur la dimension temporelle du chapitre 3 et celle portant sur la dimension spatiale du chapitre 4 (§ 5.2.1). Nous montrerons que ce regroupement ne permet pas de conserver une entière minimalité et qu'il est nécessaire d'introduire une approche sémantique d'adaptation spatio-temporelle (§ 5.2.2).

5.2.1 Adaptation spatio-temporelle d'un document SMIL : Stratégie initiale

Une intuition de départ serait de combiner les stratégies des chapitres précédents pour réutiliser les méthodes précédentes. Cependant, avant toute combinaison de stratégie, il est nécessaire d'analyser si l'ordre de leur application est important. La figure 5.3 présente un de ces ordres d'application : stratégie temporelle (chapitre 3) puis stratégie spatiale (chapitre 4).

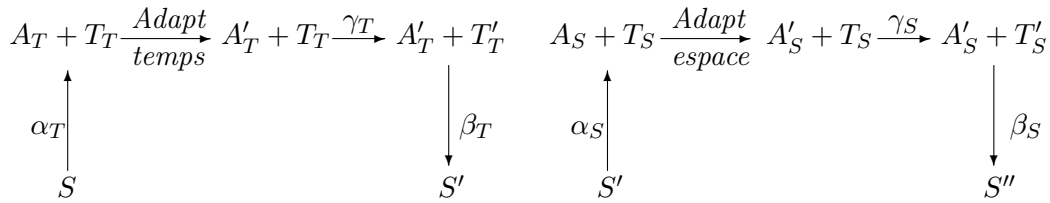


FIG. 5.3 – *Stratégie générale d'adaptation spatio-temporelle d'un document SMIL : intuition de départ*

Comme nous avons pu le constater dans les chapitres précédents, l'étape d'adaptation par transgression (temporelle ou spatiale) peut mener vers des distances équivalentes entre modèles. Le choix d'un modèle particulier sur la première stratégie peut donc avoir une influence sur le modèle choisi lors de la deuxième stratégie. Il est donc possible de ne pas trouver un modèle final respectant une entière minimalité. Il advient alors la propriété suivante :

Propriété 4 *Stratégie Temporelle o Stratégie Spatiale \neq Stratégie Spatiale o Stratégie Temporelle.*

Il est donc nécessaire de lier les représentations temporelles (A_T) et spatiales (A_S) dans une enveloppe commune. Pour cela les fonctions de généralisation α_T et α_S ainsi que les fonctions d'instanciation β_T et β_S seront regroupées dans une fonction de généralisation globale et une fonction d'instanciation globale. Il est à noter que ces fonctions étant indépendantes entre elles leur ordre d'application ne rompt pas la propriété de minimalité.

Propriété 5 $\alpha_T \circ \alpha_S = \alpha_S \circ \alpha_T$ et $\beta_T \circ \beta_S = \beta_S \circ \beta_T$.

Également, les fonctions de restauration de cohérence γ_T et γ_S étant indépendantes entre elles leur ordre d'application ne rompt pas la propriété de minimalité.

Propriété 6 $\gamma_T \circ \gamma_S = \gamma_S \circ \gamma_T$.

Celles-ci doivent être appliquées après leurs étapes d'adaptations temporelle (*Adapt temps*) et spatiale (*Adapt espace*) associées. La figure 5.4 présente la nouvelle stratégie. Cependant, celle-ci ne permet pas de respecter la propriété de minimalité essentielle au processus d'adaptation car l'ordre d'application des étapes *Adapt temps* et *Adapt espace* a une influence sur la distance d_{TS} entre le modèle initial et le modèle final.

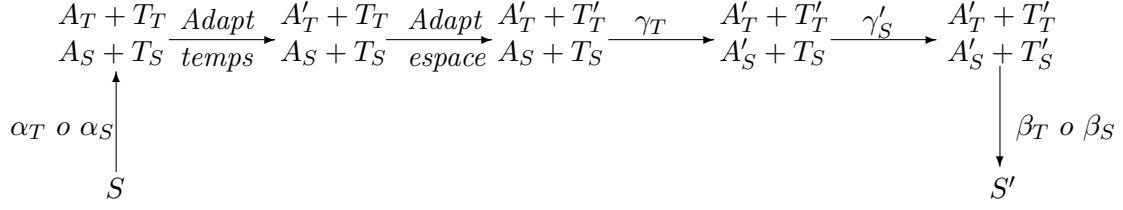


FIG. 5.4 – *Stratégie générale d'adaptation spatio-temporelle d'un document SMIL*

5.2.2 Adaptation spatio-temporelle d'un document SMIL : Stratégie idéale

Pour respecter les propriétés définies dans [Euzenat *et al.*, 2003], il est donc nécessaire d'introduire une approche sémantique d'adaptation spatio-temporelle. Ainsi on tient compte du respect de la propriété de minimalité lors de la phase d'adaptation spatio-temporelle car un nouveau graphe de relations est utilisé et tient compte des deux dimensions (notion de graphe produit entre graphe de voisinage temporel et spatial).

La figure 5.5 présente la stratégie envisageable avec l'introduction d'une telle approche spatio-temporelle. Celle-ci décrit le même dessein que celle employée dans les chapitres 3 et 4 pour adapter des documents SMIL.

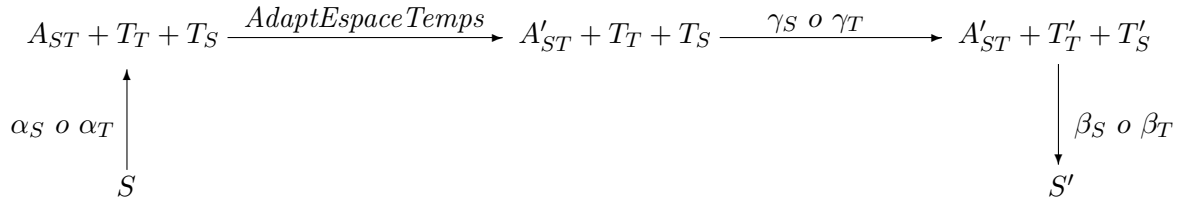


FIG. 5.5 – *Stratégie envisageable avec un formalisme spatio-temporel*

Cette solution permet notamment d'utiliser les fonctions de généralisation (α_T et α_S), de restauration de cohérence (γ_T et γ_S) et d'instanciation (β_T et β_S) des chapitres précédents.

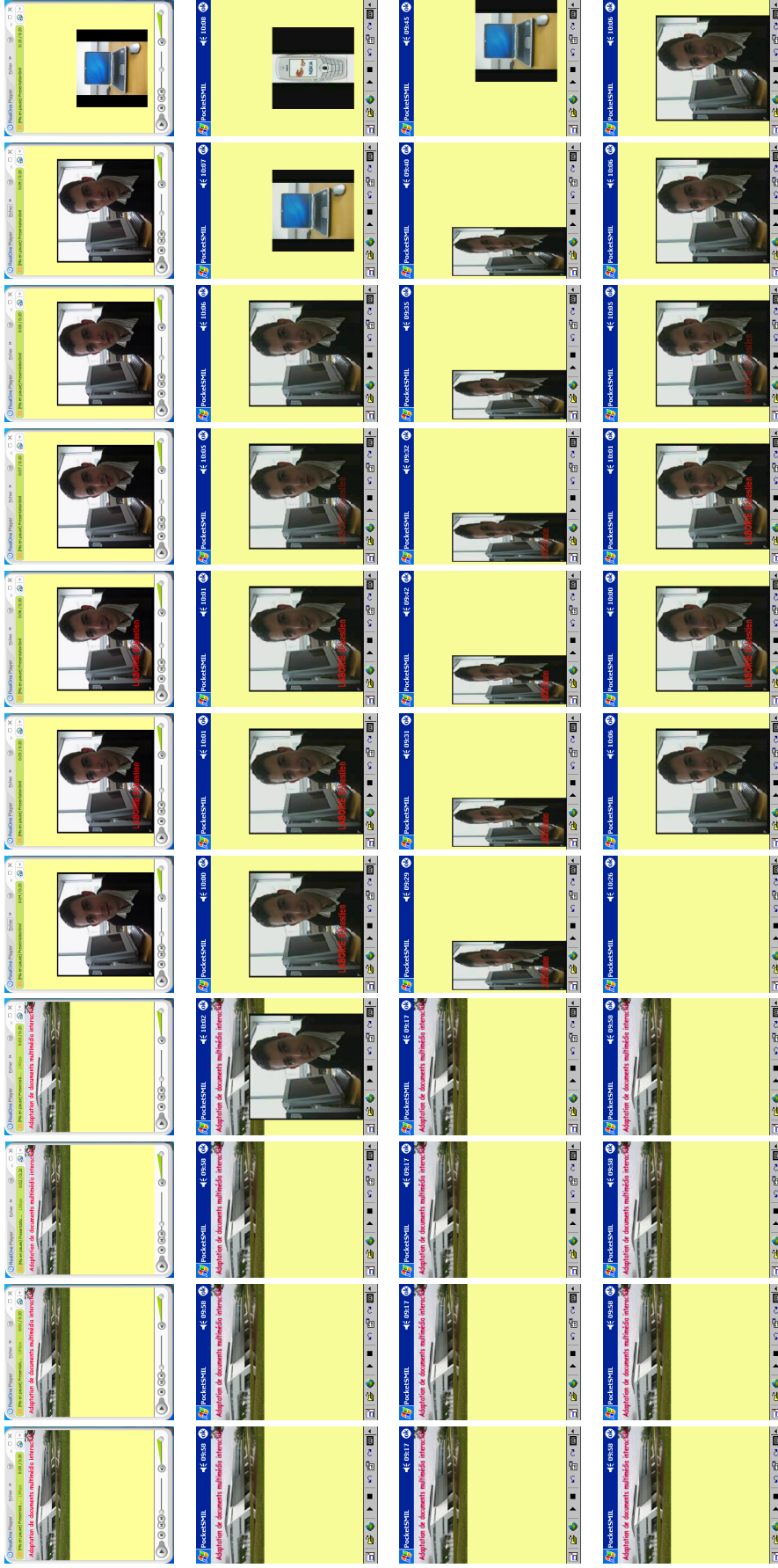
5.3 Synthèse

Nous avons proposé plusieurs principes d'adaptation spatio-temporelle grâce aux différentes méthodes définies dans les chapitres précédents. Ceux-ci ont été appliqués sur des documents spécifiés à l'aide de relations de bas niveau.

Lors de cette adaptation d'un document SMIL, nous avons défini une stratégie permettant d'articuler les dimensions temporelle et spatiale. Son avantage est principalement de réutiliser les différentes fonctions définies dans les chapitres précédents c'est-à-dire les fonctions de généralisation (α), d'instanciation (β) et de restauration de cohérence (γ). Chacune de ces fonctions étant définies pour la dimension temporelle et spatiale. De plus, nous avons montré que chaque étape est minimale mais la combinaison de ces étapes ne permet pas d'affirmer que l'adaptation globale est minimale (notamment à cause des multiples graphes de voisinage possibles lors de l'adaptation par transgression). Il est donc nécessaire de poser de nouvelles contraintes (par exemple liées au langage de spécification du document multimédia) pour permettre la sélection d'un modèle qui mènera vers une entière minimalité.

Enfin l'utilisation d'une approche sémantique spatio-temporelle semble la voie idéale pour tenir compte du respect de la propriété de minimalité essentielle au processus d'adaptation.

Pour finir, les pages suivantes (pages 49 et 50) proposent une vision globale des différentes étapes d'adaptation temporelle, spatiale et spatio-temporelle par rapport à la présentation initiale. Ces étapes ont été appliquées manuellement sur les documents SMIL présentés en Annexe. Le modèle spatio-temporel adapté correspond au graphe de relations de la figure 5.2.



Seconde 0 Seconde 1 Seconde 2 Seconde 3 Seconde 4 Seconde 5 Seconde 6 Seconde 7 Seconde 8 Seconde 9 Seconde 10

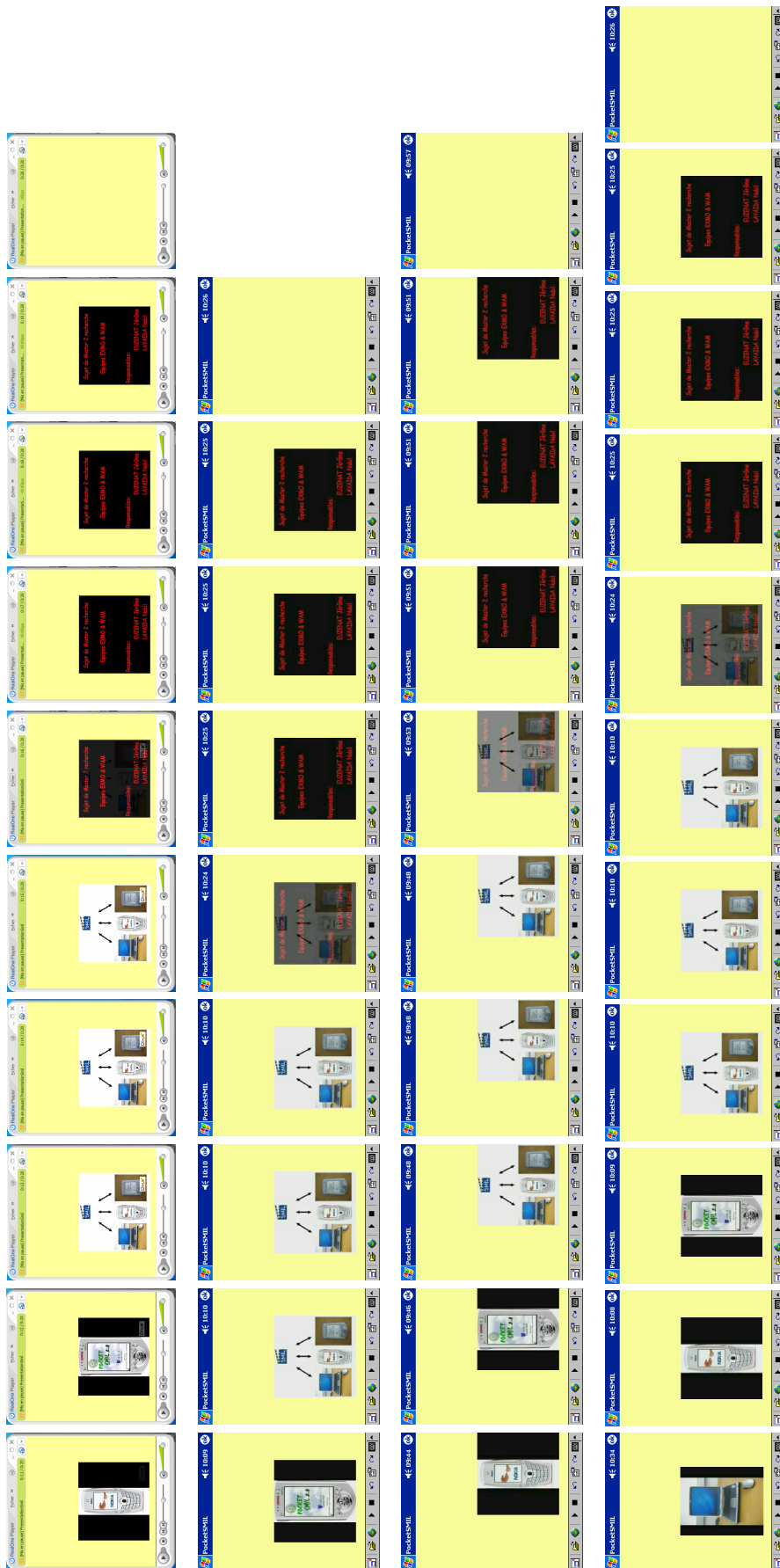
Captures d'écran de la présentation multimédia (de 0 à 10 secondes) :

Première Ligne : Document initial

Deuxième Ligne : Document adapté dans sa dimension temporelle avec les contraintes $\{MSO_{video}(1), MSS_{Stream}(1)\}$

Troisième Ligne : Document adapté dans sa dimension spatiale avec la contrainte $\{MOS(1)\}$

Quatrième Ligne : Document adapté dans sa dimension spatio-temporelle avec les contraintes $\{MSO_{video}(1), MSS_{Stream}(1), MOS(1)\}$



Seconde 11 Seconde 12 Seconde 13 Seconde 14 Seconde 15 Seconde 16 Seconde 17 Seconde 18 Seconde 19 Seconde 20 Seconde 21

Captures d'écran de la présentation multimédia (de 11 à 21 secondes) :

Première Ligne : Document initial

Deuxième Ligne : Document adapté dans sa dimension temporelle avec les contraintes $\{MSO_{video}(1), MSS_{Stream}(1)\}$

Troisième Ligne : Document adapté dans sa dimension spatiale avec la contrainte $\{MOS(1)\}$

Quatrième Ligne : Document adapté dans sa dimension spatio-temporelle avec les contraintes $\{MSO_{video}(1), MSS_{Stream}(1), MOS(1)\}$

Conclusion

Bilan

Nous avons appliqué l'approche sémantique d'adaptation de document multimédia de [Euzenat *et al.*, 2003] à des documents spécifiés en SMIL. Pour cela nous avons dû introduire des transformations des spécifications de document en SMIL vers des descriptions relationnelles qualitatives. Nous avons montré que les propriétés de neutralité ainsi que de minimalité étaient essentielles au processus d'adaptation. Nos propos ont été par la suite illustrés sur deux types de plates-formes dont un ordinateur de bureau ainsi qu'un PDA. Ceci nous a permis de constater que le document adapté sur machine à capacités limitées permettait de conserver la fluidité de la présentation ce qui n'est pas le cas sans phase d'adaptation. Enfin, nous avons précisé les principes d'adaptation temporelle en montrant que le choix d'un type de graphe de voisinage pouvait être effectué en fonction du type de langage de spécification ainsi que du type d'objet multimédia manipulé.

Ce modèle d'adaptation temporelle a ensuite été appliqué à la dimension spatiale du document multimédia ceci en utilisant les relations spatiales topologiques ce qui n'a jamais été réalisé dans le domaine du multimédia. Cette approche nous a permis de constater que l'adaptation spatiale était pertinente si celle-ci était liée à la dimension temporelle du document multimédia. Il a donc été nécessaire d'articuler ces deux dimensions. Pour réutiliser les différentes fonctions définies dans les chapitres précédents, nous avons envisagé d'enchaîner les stratégies d'adaptation temporelle et spatiale. Nous avons pu montrer que cette voie n'est pas acceptable pour tenir compte de la propriété de minimalité entre document source et document adapté. L'introduction d'une approche sémantique spatio-temporelle semble idéale pour respecter cette propriété de proximité.

Perspectives

L'utilisation du langage SMIL pour l'adaptation mène vers une voie très prometteuse. En effet, celui-ci peut être employé sur de nombreuses plate-formes. Nous avons pu le constater avec l'outil pocketSMIL sur PDA. La technologie MMS (Multimedia Messaging Service) est elle aussi basée sur le langage SMIL [3GPP, 2003]. Elle permet d'envoyer sur des téléphones portables des messages multimédia en combinant les outils SMS (Short Message Service) et WAP (Wireless Application Protocol). Lorsqu'un message de type MMS est envoyé, le destinataire reçoit un SMS lui indiquant la présence d'un nouveau message. Lorsque ce message est reçu, le téléphone portable ouvre une connection WAP et télécharge le contenu du message. D'autre part, il est nécessaire que cette technologie permettent l'échange de MMS entre téléphones portables et ordinateurs de bureau (ceci est notamment effectué en introduisant le MMS dans la pièce jointe d'un e-mail). Actuellement, visualiser ce type de message sur un écran d'ordinateur n'est pas convenable (visibilité réduite). Les principes d'adaptation exposés dans ce mémoire pourraient être utilisés pour prendre en compte les informations relatives au profil de la plate-forme cible.

L'adaptation proposée tout au long de notre étude ne permet pas d'adapter le document multimédia selon le contenu du message que l'auteur souhaite transmettre. En effet, la sémantique que nous donnons aux documents multimédia est uniquement fondée sur les constructeurs du langage SMIL. Une solution envisageable pour se rapprocher du contenu serait d'utiliser les contraintes rhétoriques. Celles-ci permettent de décrire la fonction rhétorique d'objets multimédia (antithèse, but...). Adapter le document en utilisant les contraintes rhétoriques comme le propose [Rutledge *et al.*, 2000] permet de préserver la fonction du document, en conséquence conserve le propos de l'auteur et surtout permet de faire des choix en rapport avec la fonction.

Enfin, il sera nécessaire d'adapter le document multimédia dans toutes ses dimensions : temporelle, spatiale, logique et hypermédia. Il est possible de s'inspirer par exemple des travaux de [Villanova-Oliver, 2002]. Ceux-ci adaptent notamment la structure hypermédia d'un système en se basant sur les caractéristiques et les préférences de l'utilisateur.

L'utilisation des principes d'adaptation mentionnés dans ce mémoire peuvent être envisagés à toutes les dimensions du document multimédia. Il sera nécessaire de trouver des représentations qualitatives du document multimédia adéquates. Une autre étape consistera à articuler ces différentes dimensions et de s'assurer que l'adaptation proposée permet effectivement de trouver les solutions les plus satisfaisantes.

Remerciements

Je remercie Jérôme Euzenat et Nabil Layaïda qui par leurs conseils et leur aide tout au long de ce stage ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je remercie également les membres des équipes EXMO et WAM pour leurs encouragements ainsi que mon entourage pour son soutien :)

Bibliographie

- [3GPP, 2003] 3GPP. *Transparent end-to-end transparent Packet-switched Streaming Service (PSS); 3GPP SMIL language profile*, 2003. <http://www.3gpp.org/specs/htmlinfo/26246.htm>.
- [Allen, 1983] James F. Allen. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Commun. ACM*, 26(11):832–843, 1983.
- [Bennett, 1996] B. Bennett. The application of qualitative spatial reasoning to GIS. In R.J. Abraham, editor, *Proc First Int. Conf. on GeoComputation*, volume I, pages 44–47, Leeds, 1996.
- [Bormans and Hill, 2002] Jan Bormans and Keith Hill. *MPEG-21 Overview v.5*, 2002. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-21>.
- [Cohn et al., 1997] Anthony G. Cohn, Brandon Bennett, John Gooday, and Nicholas Mark Gotts. Qualitative spatial representation and reasoning with the region connection calculus. *GeoInformatica*, 1(3):275–316, 1997.
- [Dalal et al., 1996] Mukesh Dalal, Steven Feiner, Kathleen McKeown, Shimei Pan, Michelle X. Zhou, Tobias Hollerer, James Shaw, Yong Feng, and Jeanne Fromer. Negotiation for automated generation of temporal multimedia presentations. In *ACM Multimedia conference*, pages 55–64, Boston (MA US), 1996.
- [Dalal, 1988] Mukesh Dalal. Investigations into a theory of knowledge base revision: preliminary report. In *Actes 7th AAAI, Philadelphia (PA US)*, pages 475–479, Philadelphia (PA US), 1988. AAAI.
- [Euzenat et al., 2003] Jérôme Euzenat, Nabil Layaïda, and Victor Diaz. A semantic framework for multimedia document adaptation. In *Proc. 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Acapulco (MX)*, pages 31–36. August 2003.
- [Euzenat, 1994] Jérôme Euzenat. *Granularité dans les représentations spatio-temporelles*. April 1994. RR - 2242, INRIA.
- [Fargier et al., 1998] Hélène Fargier, Muriel Jourdan, Nabil Layaïda, and Thierry Vidal. Using temporal constraints networks to manage temporal scenario of multimedia documents. In *Proceedings of ECAI 98 Workshop on Spatial and Temporal Reasoning*, Brighton (UK), 1998.
- [Freksa, 1992a] Christian Freksa. Temporal reasoning based on semi-intervals. *Artificial Intelligence*, 54(1–2):199–227, 1992.
- [Freksa, 1992b] Christian Freksa. Using orientation information for qualitative spatial reasoning. In A. U. Frank, I. Campari, and U. Formentini, editors, *Theories and methods of spatio-temporal reasoning in geographic space*, pages 162 – 178. Springer; Berlin, 1992.
- [Gärdenfors, 1992] Peter Gärdenfors, editor. *Belief revision*. Cambridge university press, Cambridge (GB), 1992.
- [Laborie et al., 2004] Sébastien Laborie, Nabil Layaïda, and Jérôme Euzenat. Semantic approach to SMIL document adaptation: the temporal dimension. 2004. Soumis pour publication.
- [Layaïda, 1997] Nabil Layaïda. *MADEUS: Système d’édition et de présentation de documents structurés multimédia*. PhD thesis, 1997.

- [Lemlouma and Layaïda, 2001] Tayeb Lemlouma and Nabil Layaïda. The negotiation of multimedia content services in heterogeneous environments. In *The 8th International Conference on Multimedia Modeling (MMM 2001)*, CWI, Amsterdam, pages 187–206, November 2001.
- [Mann and Thompson, 1987] William Mann and Sandra Thompson. Rhetorical structure theory: A theory of text organization. Technical Report RS-87-190, International Computer Science Institute, Marina Del Rey, CA, 1987.
- [Monjardet, 1981] Bernard Monjardet. Metrics on partially ordered sets — a survey. *Discrete mathematics*, 35(1):173–184, 1981.
- [Mori et al., 2003] Giulio Mori, Fabio Paternò, and Carmen Santoro. Tool support for designing nomadic applications. In *Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces*, pages 141–148. ACM Press, 2003.
- [Randell et al., 1992] David A. Randell, Zhan Cui, and Anthony Cohn. A spatial logic based on regions and connection. In Bernhard Nebel, Charles Rich, and William Swartout, editors, *KR’92. Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Third International Conference*, pages 165–176. Morgan Kaufmann, San Mateo, California, 1992.
- [Roisin, 1998] Cécile Roisin. Authoring structured multimedia documents. In *Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics*, pages 222–239, 1998.
- [Rutledge et al., 2000] Lloyd Rutledge, Brian Bailey, Jacco van Ossenbruggen, Lynda Hardman, and Joost Geurts. Generating presentation constraints from rhetorical structure. In *Proceedings of the eleventh ACM on Hypertext and hypermedia*, pages 19–28. ACM Press, 2000.
- [Scherp and Boll, 2004] Ansgar Scherp and Susanne Boll. mobileMM4U – framework support for dynamic personalized multimedia content on mobile systems. In *Proc. Techniques and Applications for Mobile Commerce (TaMoCO)*, Essen (DE), 2004.
- [van Beek, 1992] Peter van Beek. Reasoning about qualitative temporal information. *Artificial Intelligence*, 58(1-2):297–326, 1992.
- [van Ossenbruggen et al., 2000] Jacco van Ossenbruggen, Frank Cornelissen, Joost Geurts, Lloyd Rutledge, and Lynda Hardman. Cuypers: a semi-automatic hypermedia generation system. Technical Report INS-R0025, CWI, December 2000.
- [Vazirgiannis, 1999] Michalis Vazirgiannis. *Interactive Multimedia Documents*. Springer edition, 1999.
- [Vilain and Kautz, 1986] M. Vilain and H. Kautz. Constraint propagation algorithms for temporal reasoning. In *Proceedings of the Fifth National Conference on Artificial Intelligence*, pages 377–382, 1986.
- [Villanova-Oliver, 2002] Marlène Villanova-Oliver. *Adaptabilité dans les systèmes d’information sur le web : modélisation et mise en œuvre de l’accès progressif*. PhD thesis, 2002.
- [Villard, 2001] Lionel Villard. Authoring transformations by direct manipulation for adaptable multimedia presentations. In *Proc. ACM Symposium on Document Engineering (DocEng’01)*, pages 125–134, Atlanta (US), 2001.
- [W3C, 1999a] W3C. *Resource Description Framework (RDF)*, 1999. <http://www.w3.org/RDF/>.
- [W3C, 1999b] W3C. *XSL Transformations (XSLT) Version 1.0*, 1999. <http://www.w3.org/TR/xslt>.
- [W3C, 2001a] W3C. *Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies*, 2001. <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>.
- [W3C, 2001b] W3C. *Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification*, 2001. <http://www.w3.org/TR/smil20/>.
- [WAM, 2002] WAM. *PocketSMIL 2.0*. INRIA, 2002.

Annexe

A - Code SMIL de la spécification initiale

```
<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head>
    <layout>
      <root-layout height="500" width="500" background-color="#ffff99" />
      <region id="Titre" height="175" width="500" top="0" left="0" z-index="1" />
      <region id="Auteur" height="375" width="400" top="125" left="50" z-index="1">
        <region id="Demo" height="275" width="300" top="75" left="50" z-index="2" />
      </region>
    </layout>
  </head>
  <body>
    <seq>
      
      <par>
        <audio src="Discours.au" />
        <seq>
          <video src="Auteur.avi" region="Auteur" />
          <video src="Demo.avi" region="Demo" />
        </seq>
      </par>
    </seq>
  </body>
</smil>
```

B - Code SMIL après l'étape d'adaptation temporelle

```
<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head>
    <layout>
      <root-layout height="500" width="500" background-color="#ffff99" />
      <region id="Titre" height="175" width="500" top="0" left="0" z-index="1" />
      <region id="Auteur" height="375" width="400" top="125" left="50" z-index="1">
        <region id="Demo" height="275" width="300" top="75" left="50" z-index="2" />
      </region>
    </layout>
  </head>
  <body>
```

```

    <par>
      
      <par begin="3s">
        <audio src="Discours.au" begin="titre.end"/>
        <seq>
          <video src="Auteur.avi" region="Auteur" />
          <video src="Demo.avi" region="Demo" />
        </seq>
      </par>
    </par>
  </body>
</smil>

```

C - Code SMIL après l'étape d'adaptation spatiale

```

<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head>
    <layout>
      <root-layout height="320" width="240" />
      <region id="Titre" height="112" width="240" top="0" left="0" z-index="1" />
      <region id="Auteur" height="240" width="96" top="80" left="0" z-index="1" />
      <region id="Demo" height="176" width="144" top="128" left="96" z-index="2" />
    </layout>
  </head>
  <body>
    <seq>
      
      <par>
        <audio src="Discours.au" />
        <seq>
          <video src="Auteur.avi" region="Auteur" />
          <video src="Demo.avi" region="Demo" />
        </seq>
      </par>
    </seq>
  </body>
</smil>

```

D - Code SMIL après l'étape d'adaptation spatio-temporelle

```

<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head>
    <layout>
      <root-layout height="500" width="500" />
      <region id="Titre" height="175" width="500" top="0" left="0" z-index="1" />
      <region id="Auteur" height="375" width="400" top="125" left="50" z-index="1">
        <region id="Demo" height="275" width="300" top="75" left="50" z-index="2" />
      </region>
    </layout>
  </head>
  <body>
    <seq>
      
      <par>
        <audio src="Discours.au" />
        <seq>
          <video src="Auteur.avi" region="Auteur" />
          <video src="Demo.avi" region="Demo" />
        </seq>
      </par>
    </seq>
  </body>
</smil>

```

```
</head>
<body>
  <seq>
    
    <par>
      <audio src="Discours.au" />
      <seq begin="1s">
        <video src="Auteur.avi" region="Auteur" />
        <video src="Demo.avi" region="Demo" />
      </seq>
    </par>
  </seq>
</body>
</smil>
```